

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**BALIKESİR İLİ EDREMIT, HAVRAN, BURHANIYE, GÖMEÇ VE  
AYVALIK İLÇELERİNİN DEPREM TEHLİKESİ**

**ALPARSLAN GÜNEŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Şener CERYAN (Tez Danışmanı)**

**Prof. Dr. Hakan ELÇİ**

**Dr. Öğr. Üyesi Gökhan BÜYÜKKAHRAMAN**

**BALIKESİR, ŞUBAT-2026**

## ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Balıkesir İli Edremit, Havran, Burhaniye, Gömeç ve Ayvalık İlçelerinin Deprem Tehlikesi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

Beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

**Alparslan GÜNEŞ**

## ÖZET

**BALIKESİR İLİ EDREMIT, HAVRAN, BURHANIYE, GÖMEÇ VE AYVALIK  
İLÇELERİNİN DEPREM TEHLİKESİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ALPARSLAN GÜNEŞ  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ŞENER CERYAN)**

**BALIKESİR, ŞUBAT - 2026**

Edremit ilçesi Kuzey Anadolu Fay Zonunun güney kolu üzerinde yer alırken Havran, Burhaniye, Gömeç ve Ayvalık ilçeleri bu fay zonunun güney koluna bu kolda oluşacak depremlerden etkilenecek derecede çok yakın konumdadır. Ayrıca bu ilçelerin Havran-Balıkesir Fay Zonuna uzaklıkları da depremden etkilenecek derecede azdır. Havran ilçesi yerleşim alanından Havran-Balıkesir Fay Zonu geçmesinin yanı sıra söz konusu alan Edremit Fay Zonuna 18 km kadar uzaklıktadır. Söz konusu ilçelerin yer aldığı alanda yapılan paleosismolojik ve derleme araştırmalar, bu alanda önemli derecede can ve mal kaybına neden olan depremlerin olduğu göstermiş olup ayrıca aletsel dönemde de büyüklüğü 6'dan büyük depremlerin olduğunu görmekteyiz. Bu nedenlerle söz konusu alana da önemli deprem tehlikesi olduğu söylenebilir. Bu çalışmada Edremit, Havran, Burhaniye, Gömeç ve Ayvalık ilçeleri için ilçe merkezlerine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda bulunan faylar ve fay zonları dikkate alınarak deterministik deprem tehlike analizi ve söz konusu alanda 1903 ten günümüze dek meydana gelen moment büyüklüğü 3'e eşit veya 3'ten büyük depremler dikkate alınarak da olasılıksal deprem tehlike analizi yapılmıştır. Söz konusu tehlike analizlerinde verilen ivme değerleri zemin büyütmesi dikkate alınmadan elde edilmiştir.

Verilen süreyi dikkate alınmayan, deprem etkisini konu alan çalışmalarda (örneğin alüvyon zeminleri sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesinde) deterministik deprem tehlike analizi sonuçları, verilen sürenin dikkate alındığı deprem etkisinin konu alan çalışmalarda (örneğin sıvılaşma tehlike haritalarının üretilmesinde) olasılıksal deprem tehlike analizi sonuçları dikkate alınmalıdır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Aşma olasılıkları, deprem büyüklüğü, deprem tehlikesi, en büyük yer ivmesi, fay

Bilim Kod / Kodları: 92002, 92011, 92026

Sayfa Sayısı: 61

## **ABSTRACT**

### **EARTHQUAKE HAZARD IN THE DISTRICTS OF EDREMIT, HAVRAN, BURHANIYE, GÖMEÇ AND AYVALIK IN BALIKESİR PROVINCE**

**MSC THESIS**

**ALPARSLAN GÜNEŞ**

**BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**GEOLOGICAL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: PROF. DR. ŞENER CERYAN)**

**BALIKESİR, FEBRUARY- 2026**

The district of Edremit lies on the southern branch of the North Anatolian Fault Zone, while the districts of Havran, Burhaniye, Gömeç, and Ayvalık are too close to the southern branch to be affected by earthquakes along this branch. Furthermore, these districts are too close to the Havran-Balıkesir Fault Zone to be affected by earthquakes. Not only does the Havran-Balıkesir Fault Zone pass through the Havran district's residential area, but the area is approximately 18 km from the Edremit Fault Zone. Paleoseismological and compilation studies conducted in the area surrounding these districts have shown that earthquakes have caused significant loss of life and property, and we also observe that earthquakes with magnitudes greater than 6.0 have occurred during the instrumental period. Therefore, it can be said that this area is at significant earthquake risk. In this study, a deterministic earthquake hazard analysis was conducted for the districts of Edremit, Havran, Burhaniye, Gömeç, and Ayvalık, taking into account the faults and fault zones located within a maximum distance of 100 km from the district centers, and a probabilistic earthquake hazard analysis was conducted, taking into account the earthquakes with a moment magnitude equal to or greater than 3 that have occurred in the area since 1903. The acceleration values given in these hazard analyses were obtained without considering ground amplification.

In studies on earthquake effects where the given time is not taken into account (for example, in determining the liquefaction potential of alluvial soils), the results of deterministic earthquake hazard analysis should be taken into account, and in studies on earthquake effects where the given time is taken into account (for example, in producing liquefaction hazard maps), the results of probabilistic earthquake hazard analysis should be taken into account.

**KEYWORDS:** Earthquake hazard, earthquake magnitude, exceedance possibilities, Fault, maximum ground acceleration

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 İnceleme Alanı: Konum, Ulaşım, İklim, Bitki Örtüsü ve Sosyo-Ekonomik Durum	3
1.1.1 Coğrafi konum .....	3
1.1.2 Ulaşım.....	4
1.1.3 İklim özellikleri .....	5
1.1.4 Bitki örtüsü ve toprak özellikleri .....	5
1.1.5 Sosyo-ekonomik durum.....	5
1.2 Levha Tektoniği ve Depremler .....	6
1.2.1. Levha tektoniği kuramı.....	6
1.2.2. Levha sınırları ve türleri .....	7
1.2.3 Depremlerin oluşum mekanizmaları.....	8
1.2.4. Balıkesir ve çevresinde tektonik etkileşim .....	8
1.3 Fay ve Fay Türleri.....	9
1.3.1 Fay kavramı ve oluşumu .....	9
1.3.2 Fayların sınıflandırılması .....	11
1.4 İnceleme Alanını Etkileyen Faylar .....	12
1.4.1 Kestanbol fayı.....	12
1.4.2 Evciler fayı.....	13
1.4.3 Çan–Biga fay zonu .....	13
1.4.4 Sinekçi fayı .....	14
1.4.5 Sarıköy fayı.....	14
1.4.6 Atcıoba fayı .....	15
1.4.7 Bekten fayı.....	15
1.4.8 Yenice–Gönen fayı .....	15
1.4.9 Pazarköy fayı .....	16
1.4.10 Edremit fay zonu.....	16
1.4.11 Havran–Balya fayı .....	17
1.4.12 Balıkesir fayı.....	17
1.4.13 Gelenbe fayı.....	18
1.4.14 Gediz graben sistemi ve ilişkili faylar .....	18
<b>2.YÖNTEM</b> .....	<b>20</b>
2.1 Diri Faylar/Fay Zonları ve Bu Faylara Uzaklık .....	20
2.2 Deprem Veri Tabanı .....	20
2.3 Fayların/fay zonlarının oluşturacağı deprem büyüklüğü .....	21
2.4 Senaryo depremlerin inceleme alanında oluşturacağı en büyük yer ivmesi .....	21

## İÇİNDEKİLER(devam)

2.5 Verilen Bir Süre İçerisinde Belirli Bir Deprem Büyüklüğünü ve En Büyük Yer İvmesini Aşma Olasılıkları .....	22
2.6 Deprem Tehlikesinin Bulunuşu .....	22
2.6.1 Deprem tehlikesi kavramı.....	22
2.6.2 Deterministik deprem tehlikesi.....	23
2.6.3 Olasılıksal deprem tehlikesi.....	23
<b>3. EDREMİT, HAVRAN, BURHANIYE, GÖMEÇ VE AYVALIK İLÇELERİNİN DEPREM TEHLİKESİ .....</b>	<b>25</b>
3.1 Burhaniye İlçesi Deprem Tehlikesi .....	25
3.2 Edremit İlçesi Deprem Tehlikesi .....	31
3.3 Havran İlçesi Deprem Tehlikesi .....	36
3.4 Ayvalık İlçesi Deprem Tehlikesi .....	43
3.5 Gömeç İlçesi Deprem Tehlikesi.....	49
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>55</b>
<b>5. KAYNAKLAR.....</b>	<b>58</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>61</b>

# ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa

Şekil 1.1: Edremit, Havran, Burhaniye, Gömeç ve Ayvalık ilçeleri yakınındaki faylar ve fay zonları .....	1
Şekil 1.2: Çalışma alanına ait yer bulduru haritası .....	4
Şekil 1.3: Tektonik levhalar ve sınırları .....	7
Şekil 1.4: Tektonik levha türleri .....	8
Şekil 1.5: Kinematik (hareket yönüne göre) sınıflandırma .....	12
Şekil 2.1: Maden tetkik ve arama genel müdürlüğü yerbilimleri harita görüntüleyici .....	20
Şekil 2.2: Boğaziçi üniversitesi kandilli rasathanesi bdtim deprem sorgulama sistemi ....	21
Şekil 3.1: Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki faylar ve fay zonları ....	25
Şekil 3.2: Burhaniye ilçe merkezinde 1903-2025 yılları arasında meydana gelen $M_w \geq 4.0$ büyüklüğündeki depremler .....	27
Şekil 3.3: Burhaniye ilçe merkezinde oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları grafiği .....	28
Şekil 3.4: Burhaniye ilçe merkezine depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları grafiği .....	30
Şekil 3.5: Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki faylar ve fay zonları.....	31
Şekil 3.6: Edremit ilçe merkezinde 1903-2025 yılları arasında meydana gelen $M_w \geq 4.0$ büyüklüğündeki depremler .....	33
Şekil 3.7: Edremit ilçe merkezinde oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları grafiği .....	34
Şekil 3.8: Edremit ilçe merkezinde oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları grafiği .....	36
Şekil 3.9: Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki faylar ve fay zonları.....	37
Şekil 3.10: Havran ilçe merkezinde 1903-2025 yılları arasında meydana gelen $M_w \geq 4.0$ büyüklüğündeki depremler .....	39
Şekil 3.11: Havran ilçe merkezinde oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları grafiği .....	40
Şekil 3.12: Havran ilçe merkezinde oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları grafiği .....	42
Şekil 3.13: Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki faylar .....	43
Şekil 3.14: Ayvalık ilçe merkezinde 1903-2025 yılları arasında meydana gelen $M_w \geq 4.0$ büyüklüğündeki depremler .....	45
Şekil 3.15: Ayvalık ilçe merkezinde oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları grafiği .....	46
Şekil 3.16: Ayvalık ilçe merkezinde depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları .....	48
Şekil 3.17: Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki faylar ve fay zonları.....	49
Şekil 3.18: Gömeç ilçe merkezinde 1903-2025 yılları arasında meydana gelen $M_w \geq 4.0$ büyüklüğündeki depremler .....	51
Şekil 3.19: Gömeç ilçe merkezinde oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları .....	52
Şekil 3.20: Gömeç ilçe merkezinde oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları grafiği .....	54

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 1.1:</b> İlçelerin Balıkesir merkezine uzaklıkları .....	4
<b>Tablo 1.2:</b> İlçelerin ortalama iklim verileri (1991-2025).....	5
<b>Tablo 1.3:</b> İlçelere göre sosyo-ekonomik göstergeler (2024 tahmini).....	6
<b>Tablo 3.1:</b> Burhaniye ilçe merkezi en büyük yer ivmesi değerleri.....	26
<b>Tablo 3.2:</b> Burhaniye ilçe merkezinde depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları	28
<b>Tablo 3.3:</b> Burhaniye ilçe merkezinde ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları.....	29
<b>Tablo 3.4:</b> Edremit ilçe merkezi en büyük yer ivmesi değerleri.....	32
<b>Tablo 3.5:</b> Edremit ilçe merkezinde depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları .....	34
<b>Tablo 3.6:</b> Edremit ilçe merkezinde ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları.....	35
<b>Tablo 3.7:</b> Havran ilçe merkezi en büyük yer ivmesi değerleri;.....	38
<b>Tablo 3.8:</b> Havran ilçe merkezinde depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları .....	40
<b>Tablo 3.9:</b> Havran ilçe merkezinde ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları.....	41
<b>Tablo 3.10:</b> Ayvalık ilçe merkezi en büyük yer ivmesi değerleri .....	44
<b>Tablo 3.11:</b> Ayvalık ilçe merkezinde depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları ..	46
<b>Tablo 3.12:</b> Ayvalık ilçe merkezinde ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları .....	47
<b>Tablo 3.13:</b> Gömeç ilçe merkezinde en büyük yer ivmesi değerleri .....	50
<b>Tablo 3.14:</b> Gömeç ilçe merkezinde depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları....	52
<b>Tablo 3.15:</b> Gömeç ilçe merkezinde ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları .....	53

## KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ

<b>AFAD</b>	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
<b>amax</b>	: En büyük yer İvmesi
<b>DAFZ</b>	: Doğu Anadolu Fay zonu
<b>EAFZ</b>	: Ege açılma fay zonu
<b>km</b>	: Kilometre
<b>KAFZ</b>	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
<b>MTA</b>	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
<b>Mw</b>	: Deprem Momenti
<b>g</b>	: Yer çekimi ivmesi
<b>Re</b>	: Aktif Fayın İnceleme Alanına Uzaklığı
<b>SRL</b>	: Yüzey Kırığı Uzunlukları
<b>t</b>	: Zaman
<b>v</b>	: Poisson oranı

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Akademik duruşu, eleştirel yaklaşımı ve çözüm odaklı önerileri, yalnızca bu çalışmaya değil, mesleki bakış açım da önemli katkılar sağlamıştır. Sürecin her aşamasında yaptığı yönlendirmeler bu tezin temelini oluşturmuştur. Bu tezin hazırlanmasında bilgi birikimi, sabrı ve desteğiyle bana yol gösteren değerli danışman hocam Sayın **Prof. Dr. Şener CERYAN**'a içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin hazırlanması sürecinde desteğini ve katkısını esirgemeyen; değerli hocam **Dr. Öğretim Üyesi Samet BERBER**'e gönülden teşekkür ederim.

Tez yazım sürecinde katkılarını ve desteklerini esirgemeyen **Dr. Öğretim Üyesi Gökhan BÜYÜKKAHRAMAN**'a gönülden teşekkür ederim.

Tez yazım sürecinde katkılarını ve desteklerini esirgemeyen **Prof. Dr. Hakan ELÇİ**'ye gönülden teşekkür ederim.

Tez sürecim boyunca desteğini her zaman hissettiren, değerli arkadaşım **Emirhan GÖKGÖZ**'e candan teşekkür ederim.

Bilimsel katkısı olmasa da yanımda uyuyarak motivasyon sağlayan oğlum **Troçki**'ye..

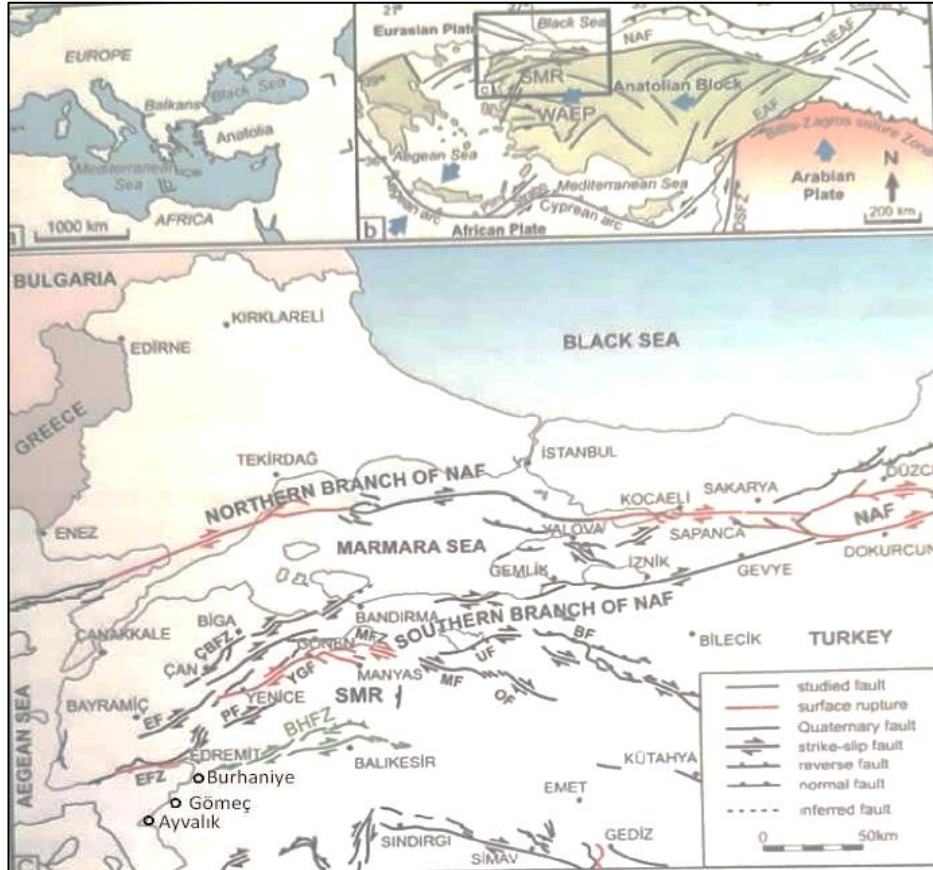
Ve bu tezin satırlarında, sevgisinin, anlayışının ve desteğinin izi olan; tez sürecimde sabırla, anlayışıyla ve bitmeyen desteğiyle her adımda yanımda olduğunu hissettiren, **sevgili eşim Ceyda**'ya derin teşekkürlerimi sunuyorum.

**Balıkesir, 2025**

**Alparslan Güneş**

## 1. GİRİŞ

Edremit ilçesi Kuzey Anadolu Fay Zonunun güney kolu üzerinde yer alırken Havran, Burhaniye, Gömeç ve Ayvalık ilçeleri bu fay zonunun güney koluna bu kolda oluşacak depremlerden etkilenecek derecede çok yakın konumdadır. Ayrıca bu ilçelerin Havran-Balıkesir Fay Zonuna uzaklıkları da depremden etkilenecek derecede azdır (Şekil 1.1). Havran ilçesi yerleşim alanından Havran-Balıkesir Fay Zonu geçmesinin yanı sıra söz konusu alan Edremit Fay Zonuna 18 km kadar uzaklıktadır. Burhaniye ilçe merkezi Edremit Fay zonuna 12.5 km, Havran-Balıkesir Fay Zonuna 4.5 km uzaklıktadır. Gömeç ilçe merkezi Edremit Fay zonuna 24.6 km, Havran-Balıkesir Fay Zonuna 20.4 km uzaklıktadır. Ayvalık ilçe merkezi Edremit Fay zonuna 33.4 km, Havran-Balıkesir Fay Zonuna 34.3 km uzaklıktadır.



**Şekil 1.1:** Edremit, Havran, Burhaniye, Gömeç ve Ayvalık ilçeleri yakınındaki faylar ve fay zonları (BF: Bursa Fayı, UF: Ulubat Fayı, MF: Mustafakemalpaşa Fayı, OF: Orhangazi Fayı, MFZ: Manyas Fay Zonu, YGF: Yenice-Gönen Fayı, ÇBFZ: Çan-Biga Fay Zonu, EF: Evciler Fayı, PF: Pazarköy Fayı, EFZ: Edremit Fay Zonu, HBFZ: Havran-Balıkesir Fay Zonu (Sözbilir vd. 2015)

Sözbilir ve çalışma arkadaşlarının (2015) çalışmasında yapılan derleme ve bölgede yapılan paleo-sismolojik araştırmalar hem Kuzey Anadolu Fay Zonunun güney kolu üzerindeki faylarda, hem de Havran-Balıkesir Fay Zonunda tarihsel dönemde önemli hasarlar veren depremlerin meydana geldiğini göstermektedir (Sözbilir vd. 2019). Aletsel dönemde de söz konusu ilçeleri etkileyen depremler vardır. Bunlar; Ayvalık ilçesinde 18 Kasım 1919 tarihinde meydana gelen 7.0 büyüklüğündeki deprem 6 Ekim 1944'te Edremit Fay Zonuna bağlı olarak gelişen 6.8 büyüklüğündeki deprem ve 18 Mart 1953 tarihinde Yenice-Gönen Fayına bağlı olarak meydana gelen 7.2 büyüklüğündeki depremdir.

Ayrıca Edremit, Burhaniye, Gömeç ve Ayvalık ilçe merkezlerinin önemli kısmı zayıf zemin; alüvyon üzerinde yer almaktadır. Bütün bunlar; aktif fay zonlarına yakınlık, geçmişteki depremler ve zayıf zemin üzerinde yer almak Edremit, Havran, Burhaniye, Gömeç ve Ayvalık ilçelerinin önemli derecede deprem tehlikesi altında olduğunu göstermektedir.

Ayrıca AFAD'ın web sitesinde yer alan Türkiye Deprem Haritaları İnteraktif Web Uygulamasında (<https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>) tasarım depremi (periyodu 475 yıl olan deprem) dikkate alındığında en büyük yer ivmesi değerleri Edremit ilçe merkezinde 0.421 g, Burhaniye ilçe merkezinde 0.413, Havran ilçe merkezinde 0.390 g, Gömeç ilçe merkezinde 0.392 g ve Ayvalık ilçe merkezinde 0.374 g olarak ölçülmüştür.

İnceleme alanı, doğal kaynakları, ekonomik çeşitliliği ve coğrafi konumuyla büyük potansiyele sahiptir. Ancak bölgenin tektonik olarak aktif bir sahada bulunması, yerleşim planlaması ve altyapı yatırımlarında dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir. Özellikle Edremit ve Burhaniye ovaları, alüvyal zemin yapısı nedeniyle sismik risk açısından hassas bölgeler arasında yer alır.

Bu çalışmada Edremit, Havran, Burhaniye, Gömeç ve Ayvalık ilçeleri için ilçe merkezlerine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda bulunan faylar ve fay zonları dikkate alınarak deterministik deprem tehlike analizi ve söz konusu alanda 1903 ten günümüze dek meydana gelen  $M_w \geq 3.0$  büyüklüğünde depremler dikkate alınarak olasılıksal deprem tehlike analizi yapılmıştır. Söz konusu tehlike analizlerinde verilen ivme değerleri zemin büyütmesi dikkate alınmadan elde edilmiştir. Burhaniye, Edremit ve Gömeç ilçelerinin büyük kısmı ve Ayvalık ilçesinin Altınova ve Sarmısaklı kısmı olası depremde oluşan ivme değerlerini büyüten alüvyon zemin üzerine kuruludur. Bu nedenle söz konusu ilçeler için bu çalışmada

verilen ivme değerlerinin zemin büyütmesi nedeniyle çok genel ifade ile 1.5 katı olarak ortaya çıkacağı söylenbilir.

Bu çalışmada verilecek en büyük yer ivmesi değerlerinin mühendislik uygulamalarında ne anlama geldiğini anlamak için aşağıda verilen örneklerle karşılaştırılması yararlı olacaktır.

- 1- İzmirdede 30 Ekim 2020'de meydana gelen 177 kişinin öldüğü 6.6 depremde merkez üssünden 70 km uzaklıktaki ve en çok yıkımın olduğu Bayraklı'da alüvyon zeminde en büyük yer ivmesi 0.11 g olarak ölçülmüştür.
- 2- Ayvalık ilçesi Altınova mahallesinin sıvılaşma potansiyeli için yaptığımız çalışmada 0.176 g değerindeki en büyük yer ivmesinin söz konusu alüvyon zeminde svılaşmaya neden olabileceği görülmüştür.
- 3- 6 şubat 2023'te meydana gelen Kahramanmaraş depremlerinden 7.7 byklğindeki ikinci depremde Kahramanmaraş'ta en büyük yer ivmesi 0.65 g olarak ölçülmüştür.

## **1.1 İnceleme Alanı: Konum, Ulaşım, İklım, Bitki rts ve Sosyo-Ekonomik Durum**

### **1.1.1 Coğrafi konum**

Bu alışma kapsamında incelenen alan, Balıkesir ilinin batısında yer alan Edremit, Havran, Burhaniye, Gömeç ve Ayvalık ilçelerini kapsamaktadır (şekil 1.2). Bölge, kuzeyde Çanakkale ili; güneyde İzmir ili; doğuda Balıkesir merkez ve Kepsut ilçeleri; batıda ise Ege Denizi ile çevrilidir. Coğrafi olarak 39°20'–39°45' kuzey enlemleri ve 26°30'–27°20' doğu boylamları arasında yer alır.

İnceleme alanı, Kuzeybatı Anadolu'nun Ege–Marmara geçiş zonunda bulunması nedeniyle hem tektonik hem de morfolojik açıdan oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bölgenin genel morfolojisi kuzeydoğu–güneybatı yönünde uzanan dağ sıraları ve bu dağların arasında gelişmiş alüvyal ovalar tarafından şekillenmiştir.



### 1.1.3 İklim özellikleri

İnceleme alanı, Akdeniz ve Marmara iklim tiplerinin geçiş özelliğini taşır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılıman ve yağışlıdır. Özellikle kuzeybatıdan esen poyraz ve yaz aylarında hâkim olan meltem rüzgârları, bölge iklimine belirgin şekilde etki eder.

Balıkesir Meteoroloji Müdürlüğü'nün 1991–2025 yılları arasındaki verilerine göre, bölgedeki yıllık ortalama sıcaklık 16–17°C, yıllık yağış miktarı ise 650–800 mm civarındadır (Tablo 1.2).

**Tablo 1.2:** İlçelerin ortalama iklim verileri (1991-2025)

İklim Değişkeni	Değer
Yıllık Ortalama Sıcaklık	16.8 °C
En Yüksek Sıcaklık	38.1 °C
En Düşük Sıcaklık	-2.5 °C
Yıllık Yağış Miktarı	705 mm
En Yağışlı Ay	Aralık
En Kurak Ay	Temmuz

### 1.1.4 Bitki örtüsü ve toprak özellikleri

İnceleme alanı, Ege ve Marmara floristik bölgeleri arasında yer almakta olup, Akdeniz bitki örtüsünün baskın olduğu bir karakter sergiler. Kıyı kesimlerinde zeytinlikler, kızılçam (*Pinus brutia*) ve maki toplulukları yoğunluktadır. İç kesimlerde ise meşe (*Quercus spp.*), ardıç (*Juniperus spp.*) ve karaçam (*Pinus nigra*) ormanları görülür. Toprak yapısı genellikle alüvyal, kireçli ve kırmızı Akdeniz toprakları (terra-rossa) niteliğindedir.

### 1.1.5 Sosyo-ekonomik durum

Bölge ekonomisi ağırlıklı olarak tarım, zeytincilik, turizm ve hizmet sektörüne dayanmaktadır (Tablo 1.3). Özellikle Edremit Körfezi, Türkiye'nin önde gelen zeytinyağı üretim merkezlerinden biridir. Edremit, Burhaniye ve Ayvalık ilçelerinde çok sayıda zeytinyağı fabrikası ve kooperatif bulunmaktadır.

**Tablo 1.3:** İlçelere göre sosyo-ekonomik göstergeler (2024 tahmini)

İlçe	Nüfus (yaklaşık)	Başlıca Ekonomik Faaliyet	Turizm Potansiyeli	Zeytinlik Alan (ha)
Edremit	155.000	Zeytinyağı, Turizm	Çok Yüksek	23.000
Havran	45.000	Tarım, Gıda	Orta	8.500
Burhaniye	70.000	Zeytinyağı, Eğitim	Yüksek	12.000
Gömeç	17.000	Turizm, Tarım	Yüksek	5.000
Ayvalık	78.000	Turizm, Balıkçılık	Çok Yüksek	14.000

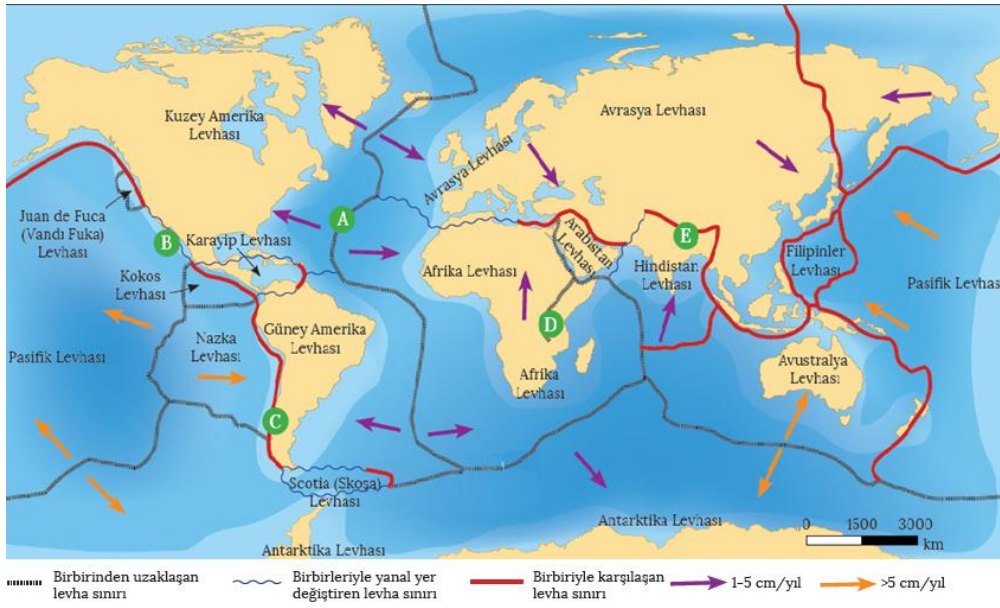
## 1.2 Levha Tektoniği ve Depremler

### 1.2.1 Levha tektoniği kuramı

Levha tektoniği kuramı, Dünya'nın dış kabuğunun yani litosferin birkaç büyük ve çok sayıda küçük sert levhadan oluştuğunu, bu levhaların astenosfer adı verilen daha akışkan yapılı manto tabakası üzerinde hareket ettiğini öne sürer. 1960'lı yıllarda ortaya konulan bu kuram, hem kıtaların hareketini hem de depremler, volkanizma ve dağ oluşumu gibi süreçleri tek bir dinamik çerçevede açıklamayı başarmıştır (McKenzie and Parker, 1967).

Litosferik levhalar arasındaki bu hareket, Dünya'nın iç ısısının neden olduğu konveksiyon akımlarıyla sağlanır. Mantonun derinliklerinden yükselen sıcak malzeme, levhaların birbirinden uzaklaşmasına; soğuyan malzeme ise levhaların dalmasına neden olur. Böylece küresel ölçekte sürekli bir enerji ve malzeme döngüsü gerçekleşir.

Bu teori, daha önce Alfred Wegener'in (1912) öne sürdüğü Kıta Kayması Kuramı'nın eksik kalan mekanizmasını açıklamış ve modern jeolojinin temelini oluşturmuştur. Günümüzde Dünya yüzeyinde 7 büyük (Avrasya, Afrika, Kuzey Amerika, Güney Amerika, Pasifik, Antarktika, Avustralya) ve onlarca küçük levha tanımlanmıştır (Şekil 1.3).



**Şekil 1.3:** Tektonik levhalar ve sınırları (Alfred Wegener,1912)

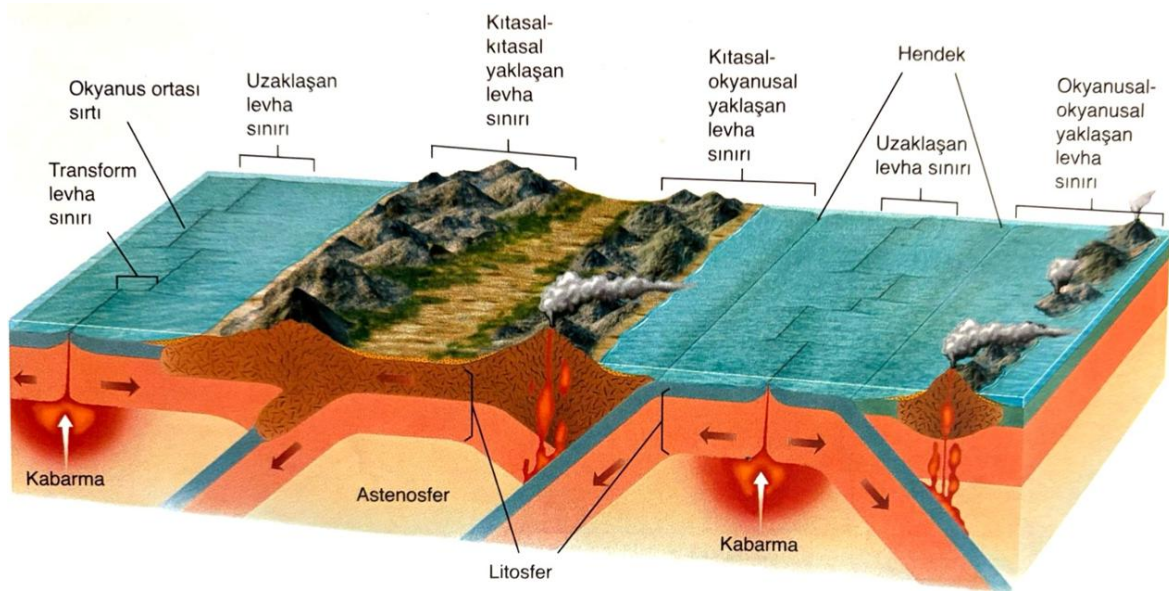
### 1.2.2 Levha sınırları ve türleri

Levha hareketleri farklı sınır türlerinde değişik jeolojik olaylara neden olur. Üç ana levha sınırı tipi vardır (Şekil 1.4):

a) Yakınsayan (Çarpışan) Sınırlar; bu tür sınırlar, iki levhanın birbirine yaklaşması sonucu oluşur. Okyanus-kıta çarpışması durumunda okyanusal levha kıtasal levhanın altına dalarak dalma-batma zonunu (subdüksiyon zonu) oluşturur. Bu bölgelerde büyük depremler ve volkanik aktiviteler yaygındır. Örnek olarak Himalaya Dağları, And Dağları ve Japonya Yay Sistemi verilebilir (Moore and Twiss, 1995).

b) Uzaklaşan (Ayrılan) Sınırlar; levhaların birbirinden uzaklaştığı bu sınırlar, genellikle okyanus ortası sırtları veya kıtasal rift sistemleri boyunca gelişir. Yeni okyanus kabuğu bu bölgelerde oluşur. Atlantik Okyanusu ortasındaki sırt ve Doğu Afrika Rift Sistemi, bu tür sınırların tipik örnekleridir (Tarbuck and Lutgens, 2018).

c) Yanal (Transform) Sınırlar; levhaların birbirine paralel şekilde yatay olarak hareket ettiği sınır tipidir. En tipik örneği Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve San Andreas Fayıdır. Bu sınırlar genellikle büyük doğrultu atımlı depremler üretir (Emre vd., 2018).



**Şekil 1.4:** Tektonik levha türleri (S. Monroe and R. Wicander, 2007)

### 1.2.3 Depremlerin oluşum mekanizmaları

Zemin Depremler, levha hareketleri sonucu yer kabuğunda biriken elastik gerilmenin ani bir şekilde boşalmasıyla meydana gelir. Bu süreç elastik gerilme teorisi (Reid, 1910) ile açıklanır. Yer kabuğu, fay düzlemi boyunca bir süre gerilme biriktirir; kayma direnci aşıldığında, ani bir kırılma gerçekleşir ve deprem dalgaları şeklinde enerji açığa çıkar.

Depremler, oluşum derinliğine göre üç gruba ayrılır:

- Sığ odaklı depremler (0–70 km): Genellikle en yıkıcı olanlardır.
- Orta derinlikte depremler (70–300 km): Subdüksiyon zonlarında görülür.
- Derin odaklı depremler (300–700 km): Okyanus levhalarının mantoya daldığı bölgelerde meydana gelir.

### 1.2.4 Balıkesir ve çevresinde tektonik etkileşim

Balıkesir ve çevresi, Anadolu'nun batısında yer alan karmaşık tektonik süreçlerin bir arada etkili olduğu önemli bir jeodinamik alan niteliği taşır. Bölgenin tektonik yapısı, Afrika ve Avrasya levhaları arasındaki yakınsama hareketi ile Anadolu levhasının batıya yönelen kaçma mekanizmasının birleşimi sonucunda şekillenmektedir (Bozkurt, 2001). Bu süreç, Ege Denizi altındaki Helenik Yay boyunca gerçekleşen dalma-batma zonunun oluşturduğu gerilme rejimleriyle bütünleşerek, Batı Anadolu'nun doğu-batı yönlü genişlemesini

tetiklemektedir (Taymaz, Jackson and McKenzie, 1991). Balıkesir, bu genişleme rejiminin kuzey ucunda yer alırken aynı zamanda Marmara Denizi'nin altında gelişen transform karakterli fay sistemlerinin ve Kuzey Anadolu Fay Zonunun batı segmentlerinin etkisi altındadır. Dolayısıyla bölge, hem normal faylanmanın hâkim olduğu genişleme tektoniğinin hem de sağ yanal doğrultu atımlı hareket üreten transform tektoniğin birlikte izlendiği ender alanlardan biridir (Emre et al., 2018). KAFZ'un Marmara Denizi sonrasındaki uzantıları Balıkesir'in kuzey ve kuzeydoğu kesimlerinde belirgin morfotektonik izler sunar. Manyas, Bandırma, Gönen ve Susurluk yörelerinde gelişen fay sistemleri, hem tarihi dönem hem de aletsel döneme ait yıkıcı depremlere kaynaklık etmiştir. 1953 Yenice–Gönen depremi ve 1964 Manyas depremi gibi olaylar, bölgedeki sağ yanal doğrultu atımlı tektonizmanın aktifliğini açıkça ortaya koymaktadır (Altunel and Barka, 1998).

Bu doğrultu atımlı deformasyona ek olarak, Balıkesir'in güney ve güneydoğusunda Batı Anadolu genişleme rejimine bağlı normal fay zonları dikkat çeker. Sındırgı, Bigadiç, Dursunbey ve Soma–Kırkağaç doğrultularında gelişen bu yapılar, kuzeydoğu–güneybatı yönlü gerilmenin etkisiyle oluşmuş graben ve horst topografyalarını biçimlendirmiştir. Balıkesir Ovası'nın morfolojisi ve çevredeki çöküntü alanları, bu genişleme tektoniğinin doğrudan ürünüdür (Bozkurt, 2001).

Marmara Bölgesi ile Ege tektoniğinin kesişiminde yer alması nedeniyle Balıkesir'in tektonik yapısı oldukça heterojen bir karakter gösterir. Marmara Denizi altındaki transform faylar, bölgeye kuzeyden stres transferi yaparak deprem potansiyelinin artmasına neden olur (Armijo et al., 2002). Böylece Balıkesir çevresindeki deprem aktivitesi yalnızca yerel faylarla sınırlı kalmayıp daha geniş bir bölgesel tektonik sistemin bileşeni olarak ortaya çıkar. Güncel sismik kayıtlar, MTA'nın diri fay verileri ve AFAD'ın deprem tehlike haritaları, Balıkesir'in hem doğrultu atımlı hem de normal fay karakterli depremler açısından önemli bir tehlike zonunda yer aldığını göstermektedir (AFAD, 2024; Emre et al., 2018). Bu nedenle Balıkesir ve çevresindeki tektonik etkileşim, mühendislik jeolojisi, deprem tehlike analizi ve bölgesel planlamalar açısından çok yönlü değerlendirilmesi gereken kritik bir konudur.

### **1.3 Fay ve Fay Türleri**

#### **1.3.1 Fay kavramı ve oluşumu**

Faylar, yer kabuğundaki gerilme ve sıkışma kuvvetlerinin etkisiyle kayaçların kırılması ve

bu kırık yüzeyler boyunca blokların birbirine göre yer değiştirmesi sonucu oluşan jeolojik yapılardır. Faylanma, kabuk içi deformasyonun en belirgin yansımasıdır ve genellikle sismik aktiviteyle (depremle) sonuçlanır. Yer kabuğundaki deformasyon süreci, elastik gerilme teorisi kapsamında açıklanır. Bu teoriye göre, kabuk uzun süre boyunca elastik deformasyona uğrar; ancak bir noktada, biriken gerilme kayaçların dayanımını aşar ve ani bir kırılma gerçekleşir (Reid, 1910). Bu kırılma sırasında açığa çıkan enerji sismik dalgalar hâlinde yayılır ve yüzeyde deprem olarak hissedilir. Fay zonları tek bir yüzeyden oluşmaz; tam tersine, kırılmanın etkili olduğu daha geniş bir deformasyon alanı içerir. Bu alan içerisinde fay breşi, gouge, ezilme zonları, ayna yüzeyleri ve kayma çizikleri (slickenside) gibi deformasyon yapıları gelişir. Bu yapılar fayın hareket yönünün, hareketin tekrarlanma sayısının ve bölgesel deformasyon tarihinin belirlenmesinde önemli ipuçları sunar (Sibson, 1977). Özellikle aktif fayların analizinde fay düzlemi üzerindeki çiziklerin incelenmesi, fayın kinematik karakterinin (normal, ters veya doğrultu atımlı) kesin biçimde tanımlanmasına olanak sağlar. Fay düzlemi, iki bloğun birbirine göre hareket ettiği yüzeydir.

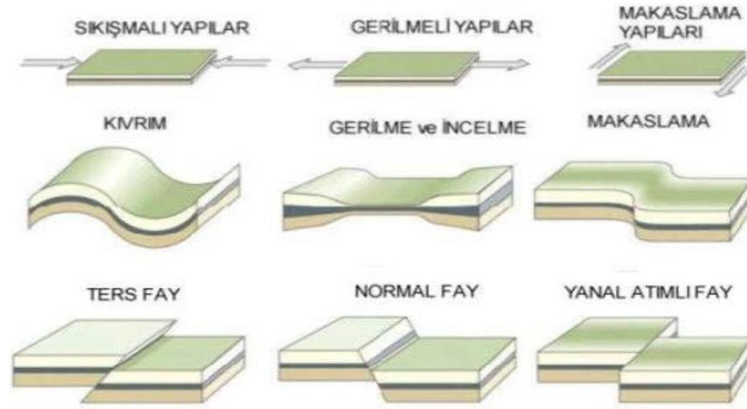
Fay düzlemi boyunca gerçekleşen kayma yönü ve miktarı, fayların kinematik tipini belirleyen temel parametredir; bu düzlemler üzerinde parlatılmış fay aynaları, açılal breş zonları ve derin seviyelerde sünek deformasyonla gelişen milonitik dokular yaygın olarak izlenir (Sibson, 1977; Scholz, 2002). Çok sayıda kırığın birlikte gelişmesiyle oluşan geniş fay zonları, tektonik gerilmenin uzun dönemli evrimini yansıtır ve özellikle Kuzeybatı Anadolu'da, Balıkesir–Edremit arasında belirgin bir yapısal süreklilik oluşturur. Bölgedeki aktif faylanma, arazi topoğrafyasında metre mertebesinde fay diklikleri, doğrultu atımlı bileşenin etkisiyle ofset drenaj sistemleri, blok hareketlerinin oluşturduğu basamaklı topografya ve Edremit–Havran çevresinde sıkça görülen küçük ölçekli çek-ayır havzalarıyla karakterizedir (Burbank and Anderson, 2011). Ayrıca bu hat boyunca yoğunlaşan termal su çıkışları, fay zonlarının akışkan geçirgenliğinin yüksek olduğunu ve derin dolaşımın etkin biçimde sürdüğünü göstermektedir. Bu göstergeler, Balıkesir–Edremit fay sisteminin hem aktif hem de çok evreli bir tektonik geçmişe sahip olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.

Bu morfolojik özellikler, özellikle Balıkesir–Edremit hattı boyunca net şekilde gözlenmektedir. Uydu görüntüleri ve LİDAR verileri, aktif fayların paleosismolojik izlerini tespit etmede önemli araçlardır.

### 1.3.2 Fayların sınıflandırılması

Faylar farklı ölçütlere göre sınıflandırılabilir:

- a) Kinematik (Hareket Yönüne Göre) Sınıflandırma (Şekil 1.5); Kinematik sınıflandırma, fayın iki bloğu arasındaki göreceli hareketin yönüne dayanır (Fossen, 2016)
1. Normal Faylar (Extensional): Genişleme rejimlerinde gelişir. Tavan bloğu aşağıya doğru hareket eder (Anderson, 1951).
  2. Ters Faylar (Compressional): Sıkışma rejimlerinde gelişir. Tavan bloğu yukarı hareket eder (Suppe, 1983).
  3. Doğru Atımlı Faylar (Strike-Slip): Bloklar yatay yönde birbirine paralel hareket eder (Sylvester, 1988).
  4. Eğik Bileşenli (Oblique-Slip) Faylar: Hem yatay hem dikey bileşen içerir (Moores, 2007).
- b) Aktivite Durumuna Göre; Fayların güncel veya tarihsel süreçte ürettikleri deformasyonlar dikkate alınarak yapılan sınıflandırmadır (Emre et al., 2018; AFAD, 2023)
- Aktif faylar: Kuvaterner döneminde (son 2.6 milyon yıl) aktivite göstermiş, günümüzde de potansiyel taşıyan faylardır.
  - Potansiyel aktif faylar: Tarihsel veya jeolojik verilerde yakın geçmişte aktivite göstermiştir.
  - Fosil (ölü) faylar: Neotektonik dönemde yeniden etkin olmayan, eski yapılar (Fossen, 2016).
- c) Ölçek ve Uzunluğa Göre; Faylar uzunluk, etki alanı ve tektonik önemlerine göre de kategorize edilmektedir (Scholz, 2002).
- Mikro faylar (<1 km): Laboratuvar ya da küçük alan ölçeğinde deformasyon izleri.
  - Bölgesel faylar (1–100 km): Deprem üretebilen yapılar.
  - Mega faylar (>100 km): Kıtalar arası ölçekte etkili olup genellikle levha sınırlarını tanımlar. Türkiye’de Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) bu gruba örnektir (Şengör et al., 2005).



**Şekil 1.5:** Kinematik (hareket yönüne göre) sınıflandırma (Fossen, 2016)

## 1.4 İnceleme Alanını Etkileyen Faylar

### 1.4.1 Kestanbol fayı

Kestanbol Fayı, Balıkesir ili sınırları içinde yer almakta olup kuzeybatı–güneydoğu doğrultusunda uzanır. Fay, özellikle Manyas Gölü'nün güneybatısından başlayarak Dursunbey yönüne kadar uzanım göstermektedir. Fayın uzunluğu yaklaşık 30 km civarındadır ve yüzeyde belirgin morfotektonik izlere sahiptir. Bu izler, fayın aktif karakterde olduğunu göstermektedir (MTA, 2023; Emre vd., 2018).

Fay, Paleozoyik yaşlı metamorfik birimler ile Neojen yaşlı çökeller arasında gelişmiştir. Fay zonu boyunca gözlenen ezilme zonları, breşleşme ve kılcal faylanmalar, fayın çok evreli bir deformasyon geçmişine sahip olduğunu göstermektedir. Fay düzlemi boyunca genellikle kireçtaşı, konglomera ve kıltaşı birimleri yer alır.

Kestanbol Fayı genel olarak sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay karakteri gösterir. Ancak bölgesel gerilme rejiminin etkisiyle yer yer normal bileşen de kazanmaktadır. GPS verileri, bu fay boyunca yıllık ortalama 2–3 mm'lik sağ yönlü kayma oranına işaret etmektedir (Reilinger et al., 2006).

Kestanbol Fayı, tarihsel dönemde çok sayıda orta büyüklükte deprem üretmiştir. 1898 Manyas Depremi ( $M_w \approx 6.4$ ) bu fayla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca 1964 ve 1983 yıllarında meydana gelen sarsıntılar da bu fayın etkinliğini kanıtlamaktadır (Bozkurt, 2001).

#### **1.4.2 Evciler fayı**

Evciler Fayı, Balıkesir'in kuzeydoğusunda yer almakta olup, kuzeybatı–güneydoğu doğrultulu bir yapıdır. Fay, Sındırgı'nın kuzeyinden geçerek Bigadiç havzasına kadar uzanır. Yaklaşık 25 km uzunluğundaki bu fay, yüzey kırığı oluşturan genç deformasyon yapıları ile karakterizedir (MTA, 2023).

Evciler Fayı boyunca Neojen yaşlı sedimanter birimler ile yer yer volkanik ara katkılar bulunur. Fayın her iki tarafında gözlenen asimetrik drenaj sistemleri ve hat boyunca gelişmiş basamaklı topoğrafya, fayın aktif olduğunu göstermektedir.

Evciler Fayı, eğim atımlı normal fay karakterindedir. Bölgedeki genişleme rejimiyle uyumlu olarak güney blok aşağıya doğru hareket etmiştir. Segment uzunlukları dikkate alındığında fayın Mw 6.0–6.5 aralığında depremler üretme potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmektedir (Bozkurt, 2001). Evciler Fayı ile doğrudan ilişkilendirilen büyük bir tarihsel deprem kaydı bulunmamasıyla birlikte, 1944 Balıkesir Depremi'nin kırılma alanının bu fayın batı kesiminde devam ettiği düşünülmektedir (Emre vd., 2018).

#### **1.4.3 Çan–Biga fay zonu**

Çan–Biga Fay Zonu, kuzeybatı Anadolu'nun en belirgin aktif fay sistemlerinden biridir. Bu fay zonu; Çan, Yuvalar ve Biga segmentlerinden oluşur. Zon genel olarak doğu-batı doğrultuludur ve Marmara Denizi'nin güney kenarından Balıkesir'e kadar uzanır (Bozkurt, 2001; Emre vd., 2018). Bunlar;

a) Çan Segmenti; yaklaşık 35 km uzunluğundadır ve Çan ilçesi çevresinden geçer. Fay zonu boyunca gözlenen çek-ayır havzalar, aktif sağ yönlü doğrultu atımlı faylanmanın varlığını gösterir. Paleosismolojik hendek çalışmaları, segmentin Holosen 'de en az iki büyük deprem ürettiğini ortaya koymuştur (Emre vd., 2018).

b) Yuvalar Segmenti; Çan'ın doğusundan başlayarak Biga yönüne doğru uzanır. Yaklaşık 20 km uzunluğundadır ve fay zonunun orta kesimini oluşturur. Segment boyunca gelişmiş lineament yapıları ve kırık yüzeyleri belirgindir. Bu segment, KAFZ'nin güney kollarıyla etkileşim hâindedir.

c) Biga Segmenti; Biga Segmenti, Biga ilçesinin kuzeyinde yer almakta olup yaklaşık 25 km uzunluğundadır. Segment, sağ yönlü doğrultu atımlı bir faylanma karakterine sahiptir. Bu fay boyunca gelişen genç alüvyon kırıkları, segmentin günümüzde de aktif olduğunu kanıtlamaktadır.

Çan–Biga Fay Zonu, tarihsel dönemde çok sayıda yıkıcı deprem üretmiştir. 1737, 1855 ve 1953 Yenice–Gönen depremleri bu fay zonu ile ilişkilendirilmiştir. Bu depremlerden 1953 olayı (Mw 7.2), bölgenin bilinen en yıkıcı depremlerinden biridir (Karaca vd., 2016).

#### **1.4.4 Sinekçi fayı**

Sinekçi Fayı, Balıkesir ilinin batısında, Gömeç ve Havran ilçeleri arasında kuzeydoğu–güneybatı doğrultusunda uzanır. Yaklaşık 22 km uzunluğunda olup, Edremit Körfezi'nin kuzey kenar fay sistemine paralel bir konum gösterir (MTA, 2023). Fay, Sinekçi köyü yakınlarında yüzey kırığı oluşturmuş ve güncel jeomorfolojik izler üretmiştir.

Sinekçi Fayı boyunca Neojen çökelleri ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlar kesilmiştir. Fay zonu boyunca gözlenen fay breşleri ve ezik zonlar, bu yapının yüzeyde aktif bir deformasyon hattı olduğunu göstermektedir. Kuzey blokta yükselme, güney blokta ise çökmeye sonuçlanan normal bileşenli bir hareket hakimdir. Fayın genel karakteri sağ yönlü doğrultu atımlı, yer yer normal bileşenlidir. Bölgedeki GPS verileri ve morfolojik analizler, bu fayın Edremit Fay Zonu ile bağlantılı bir şekilde çalıştığını göstermektedir. Fayın ortalama kayma hızı yılda 1–2 mm olarak tahmin edilmektedir (Reilinger et al., 2006). Sinekçi Fayı ile ilişkilendirilen önemli bir olay 2017 yılında Edremit Körfezi'nde meydana gelen Mw 5.3 büyüklüğündeki depremdir (AFAD, 2017).

#### **1.4.5 Sarıköy fayı**

Sarıköy Fayı, Balıkesir'in kuzey kesiminde, Gönen ile Bandırma arasında yer alır. Kuzeydoğu–güneybatı doğrultulu olup, yaklaşık 35 km uzunluğundadır. KAFZ'nin güney kollarından biri olarak kabul edilmektedir (Emre vd., 2018).

Fay, Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar ve Neojen sedimanter birimleri kesmektedir. Fay boyunca ezik zonlar ve sıvılaşma yapıları gözlenmiştir. Morfolojik olarak belirgin hatlar, fayın genç yaşta ve aktif olduğunu ortaya koymaktadır.

Sarıköy Fayı, sağ yönlü doğrultu atımlı karaktere sahiptir. KAFZ'nin güney kolunun bir uzantısı niteliğinde olup, Balıkesir ve çevresindeki gerilme rejimiyle uyum içindedir. Paleosismolojik veriler, son 10.000 yıl içerisinde en az üç büyük deprem ürettiğini göstermektedir (Emre vd., 2018).

#### **1.4.6 Atcıoba fayı**

Atcıoba Fayı, Balıkesir'in batısında, Gömeç–Burhaniye hattında yer alır. Yaklaşık 15 km uzunluğundaki fay, kuzeybatı–güneydoğu doğrultuludur ve Edremit Körfezi'nin kuzey kenarına paralel uzanır (MTA, 2023). Fay boyunca gözlenen çöküntü alanları ve eğim kırıkları, aktif normal faylanmanın göstergesidir. Kuvaterner yaşlı alüvyonlarda gözlenen deformasyon izleri, fayın son jeolojik dönemde etkin olduğunu kanıtlamaktadır.

Atcıoba Fayı, eğim atımlı normal karakterdedir. Bölgedeki genişleme rejimiyle uyumlu olarak kuzey blok yukarı, güney blok aşağı hareket etmiştir. Morfotektonik analizler, bu fayın Edremit Fay Zonunun ikincil bir kolu olabileceğini göstermektedir (Bozkurt, 2001). Bu fayın doğrudan ilişkilendirildiği belirgin bir tarihsel deprem bulunmamakla birlikte, 2019 Gömeç (Mw 5.0) depremi sırasında Atcıoba segmentinde gerilme transferinin meydana geldiği rapor edilmiştir (AFAD, 2019).

#### **1.4.7 Bekten fayı**

Bekten Fayı, Havran ilçesinin doğusunda, Balya yönüne doğru uzanır. Yaklaşık 20 km uzunluğundadır ve kuzeydoğu–güneybatı doğrultuludur. Fay, Havran-Balya Fay Zonu ile bağlantılı çalışır (MTA, 2023). Fay, Neojen yaşlı görsel çökelleri kesmekte ve Kuvaterner alüvyonlarda deformasyon izleri göstermektedir. Fay boyunca gelişmiş basamaklı yüzeyler, sürekli bir hareketin varlığını göstermektedir. Bekten Fayı, eğim atımlı normal fay karakterine sahiptir. Edremit Körfezi'ndeki genişleme rejiminin kara içlerine doğru uzanan bir parçası olarak değerlendirilir. Ortalama kayma hızı 1–2 mm/yıldır (Bozkurt, 2001).

Bekten Fayı'nın doğrudan kırıldığına dair net bir tarihsel deprem kaydı bulunmamakla birlikte, 1944 Balıkesir ve 1953 Yenice-Gönen depremleri sonrasında bu fay üzerinde artçı aktivite gözlenmiştir (Emre vd., 2018).

#### **1.4.8 Yenice–Gönen fayı**

Yenice–Gönen Fayı, kuzeybatı Anadolu'nun en önemli aktif faylarından biridir. Balıkesir'in kuzeyinden başlayarak Çanakkale'ye kadar uzanır. Yaklaşık 70 km uzunluğunda olup, KAFZ'nin güney kolunun bir parçasıdır (Emre vd., 2018).

Fay, Paleozoyik metamorfik kayaçları kesmekte ve Neojen çökeller üzerinde net bir fay düzlemi oluşturmuştur. Gözlenen fay breşleri, fay aynaları ve sıvılaşma yapıları aktif deformasyonun kanıtıdır.

Yenice–Gönen Fayı sağ yönlü doğrultu atımlı karakterdedir. Paleosismolojik hendek çalışmaları, Holosen döneminde en az dört kez kırıldığını göstermektedir. Ortalama kayma hızı 3–5 mm/yıl olarak ölçülmüştür (Emre vd., 2018). 1953 Yenice–Gönen Depremi (Mw 7.2) bu fay üzerinde meydana gelmiş ve bölgedeki en yıkıcı olaylardan biri olmuştur. Fay boyunca 60 km uzunluğunda yüzey kırığı gelişmiştir (Karaca vd., 2016).

#### **1.4.9 Pazarköy fayı**

Pazarköy Fayı, Balıkesir'in kuzeybatısında yer alır ve Yenice–Gönen Fayı ile paralel uzanır. Yaklaşık 25 km uzunluğundadır. Bu fay, Yenice–Gönen Fayı'nın ikincil bir kolu niteliğindedir (Emre vd., 2018). Neojen yaşlı volkanik ve sedimanter birimleri kesmektedir. Fay boyunca gözlenen küçük ölçekli çöküntü alanları ve eğim kırıkları, yakın zamana kadar aktif bir faylanmayı işaret etmektedir (Bozkurt, 2001).

Pazarköy Fayı doğrultu atımlı karakterdedir, ancak bazı kesimlerinde eğim bileşeni de bulunmaktadır. Bu özellik, KAFZ'nin güney kollarının geçiş zonu karakteriyle uyumludur. 1953 Yenice–Gönen depremi sırasında Pazarköy Fayı üzerinde artçı deformasyonlar gözlenmiş, bazı segmentlerde 30–40 cm'lik yüzey deformasyonu ölçülmüştür (Karaca vd., 2016).

#### **1.4.10 Edremit fay zonu**

Edremit Fay Zonu, Balıkesir'in batısında yer almakta olup, Edremit Körfezi boyunca doğu-batı doğrultusunda uzanır. Yaklaşık 50 km uzunluğundaki bu zon, bölgenin en aktif fay sistemlerinden biridir (MTA, 2023). Neojen yaşlı sedimanter birimleri ve Kuvaterner alüvyonlarını keser. Körfezin oluşumu doğrudan bu fay zonuna bağlıdır. Morfotektonik olarak belirgin eğim kırıkları, delta çökelleri ve basamaklı topografya gözlenmektedir. Edremit Fay Zonu karma karakterli olup hem doğrultu atımlı hem de normal fay bileşenleri içerir. Bu durum, bölgenin Ege açılma tektoniği ile KAFZ etkisinin kesiştiği bir geçiş alanı olmasından kaynaklanır (Bozkurt, 2001; Emre vd., 2018).

Edremit Fay Zonu, tarihsel dönemde birçok deprem üretmiştir. 1898, 1919, 1944 ve 2017 yıllarındaki depremler bu zonla ilişkilendirilmektedir. Özellikle 1944 Balıkesir Depremi (Mw 6.8), bu zonun etkinliğini kanıtlamıştır (AFAD, 2017; AFAD, 1944 kayıtları).

#### **1.4.11 Havran–Balya fayı**

Havran–Balya Fayı, Balıkesir’in batısında, Edremit Fay Zonunun kuzeyinde yer alan geniş bir fay sistemidir. Yaklaşık 55 km uzunluğundaki fay, doğu-batı doğrultulu olup, Havran ve Balya ilçeleri arasında dört ana segmentten oluşur: Havran, Osmanlar, Turplu ve Ovacık Segmentleri (MTA, 2023).

Havran Segmenti; kuzeyde Gömeç’e, güneyde Havran’a kadar uzanır. Normal fay karakterindedir ve bölgedeki genişleme rejiminin bir sonucudur. Segment boyunca gelişmiş eğim kırıkları ve çöküntü alanları belirgindir. Osmanlar Segmenti; Havran’ın kuzeydoğusunda yer alır. Sağ yönlü bileşen içeren karma karakterli bir faylanmaya sahiptir. Bu segment, Havran grabeninin kuzey sınırını oluşturur. Turplu Segmenti; yaklaşık 12 km uzunluğundadır. Kuvaterner alüvyonlarını keser ve genç morfolotektonik izler gösterir. Sismotektonik veriler, bu segmentin yüzey kırığı oluşturma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Emre vd., 2018). Ovacık Segmenti; Balya’ya kadar uzanır ve kuzeydoğu–güneybatı yönlüdür. Fay boyunca gelişmiş fay breşleri, sıvılaşma yapıları ve basamaklı yüzeyler bulunur. Havran–Balya Fay Zonu karma karakterli olup hem doğrultu atımlı hem de normal bileşenler içerir. Bölge genelinde yapılan GPS ölçümleri, yılda yaklaşık 1–2 mm’lik kayma oranını göstermektedir (Reilinger et al., 2006). 1944 Balıkesir (Mw 6.8) depremi bu zonun doğu segmentinde gelişmiştir (AFAD, 1944 kayıtları).

#### **1.4.12 Balıkesir fayı**

Balıkesir Fayı, Balıkesir ili merkezinin hemen doğusundan geçerek kuzeydoğu–güneybatı doğrultusunda uzanır. Yaklaşık 40 km uzunluğunda olup iki ana segmentten oluşur: Gökçeyazı Segmenti ve Kepsut Segmenti (MTA, 2023).

Gökçeyazı Segmenti: Bu segment kuzeyde Manyas’a kadar uzanır. Fay boyunca gözlenen yüzey kırıkları, yakın zamana kadar aktif deformasyonun sürdüğünü göstermektedir. Segment, yer yer 30–50 m’lik topografik sıçramalarla karakterizedir (Emre vd., 2018).

Kepsut Segmenti: Kepsut Segmenti, Balıkesir’in doğusunda yer alır. Segment boyunca Neojen yaşlı gölsel çökeller kesilmekte ve deformasyon izleri gözlenmektedir. Sismik

yansıma verileri, fayın 10 km derinliğe kadar devam ettiğini göstermektedir (Emre vd., 2018).

Balıkesir Fayı, sağ yönlü doğrultu atımlı karakterdedir, ancak bazı kesimlerinde normal bileşen baskındır. Bölgedeki güncel gerilme rejimiyle uyumlu olarak, fay Edremit Körfezi ile Soma havzası arasındaki deformasyon geçişini sağlamaktadır (Bozkurt, 2001).

1898 Balıkesir Depremi ve 1944 Balıkesir Depremi bu fayla ilişkilendirilmiştir. Özellikle 1944 olayı sırasında yüzey kırığı uzunluğu yaklaşık 25 km olarak ölçülmüştür (AFAD, 1944; Emre vd., 2018).

#### **1.4.13 Gelenbe fayı**

Gelenbe Fayı, Balıkesir'in güneyinde yer almakta olup iki ana segmentten oluşur: Batı Segmenti ve Biga Segmenti. Yaklaşık 45 km uzunluğundadır ve kuzeybatı-güneydoğu doğrultuludur (MTA, 2023).

Batı Segmenti: Soma havzasına doğru uzanır. Normal fay karakterindedir ve Gediz Graben Sistemi'ne geçiş zonu oluşturur. Fayın kuzey bloğu yükselmiş, güney bloğu çökmüştür (Emre vd., 2018).

Biga Segmenti: Gelenbe'nin doğusundan başlayarak kuzeydoğuya uzanır. Sağ yönlü bileşenler içerir ve Paleosismolojik olarak Holosen yaşlı deformasyon izleri taşır (Emre vd., 2018). Gelenbe Fayı, hem normal hem doğrultu atımlı bileşenlerin birlikte görüldüğü bir karma faydır. GPS ölçümleri, fay boyunca yılda yaklaşık 1.5 mm'lik kayma hızını göstermektedir (Reilinger et al., 2006). Bu fayla ilişkili olarak 1919 Soma Depremi (Mw 6.9) ve 2011 Kırkağaç Depremi (Mw 5.5) örnek gösterilebilir (AFAD, 1919; AFAD, 2011).

#### **1.4.14 Gediz graben sistemi ve ilişkili faylar**

Gediz Graben Sistemi, Batı Anadolu'daki en önemli genişleme yapılarından biridir. Sistem doğu-batı doğrultulu olup, Akhisar, Ozanca, Soma-Kırkağaç, Bergama, Zeytindağı, Yenifoça, Menemen ve Güzelhisar fay zonlarından oluşur. Bu sistem, Ege açılma tektoniğinin en aktif bileşenlerinden biridir (Bozkurt, 2001).

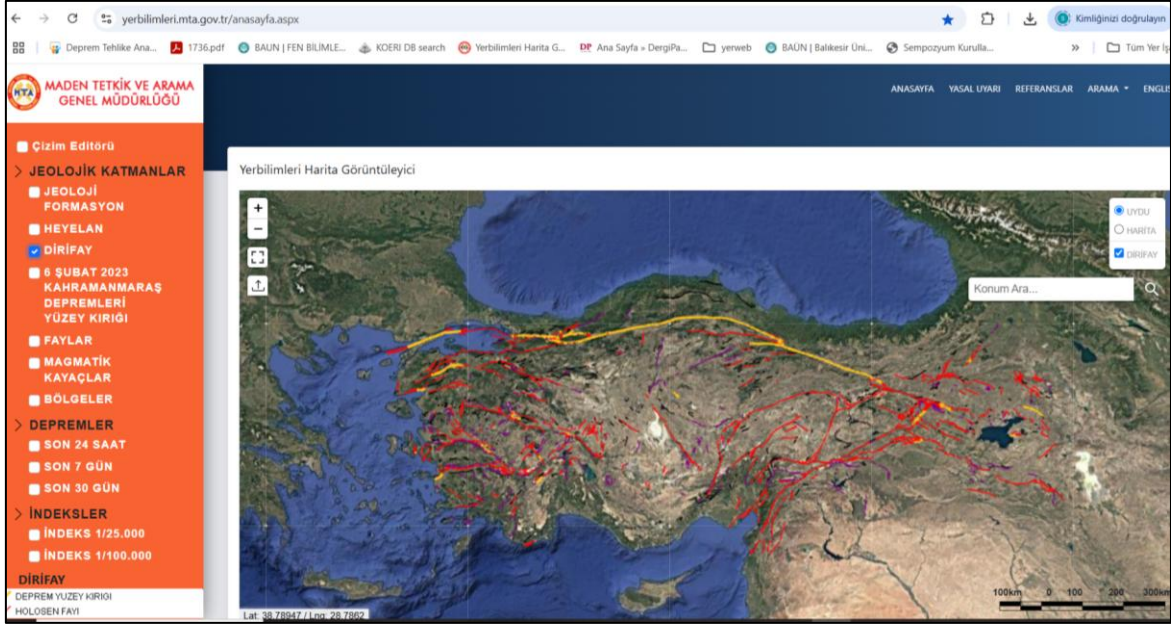
Akhisar Fayı yaklaşık 40 km uzunluğunda, doğu-batı doğrultulu normal faydır. Akhisar ovasının güney sınırını oluşturur. Kuvaterner yaşlı alüvyonlarda yüzey kırıkları ve sıvılaşma izleri bulunur. 2019 Akhisar Deprem Dizisi (Mw 5.4–5.6) bu fayla ilişkilendirilmiştir (AFAD, 2019). Ozanca Fayı; Gediz grabeninin orta kesiminde yer alır. Normal fay karakterinde olup kuzey bloğun yükselmesiyle karakterizedir. 2011 yılında Mw 5.2 büyüklüğünde bir deprem üretmiştir (AFAD, 2011). Soma–Kırkağaç Fay Zonu; Bu zon kuzeydoğu–güneybatı yönlüdür ve yaklaşık 60 km uzunluğundadır. Normal faylanma egemendir. 1919 Soma Depremi (Mw 6.9) bu zon üzerinde meydana gelmiştir (AFAD, 1919). Bergama Fayı; Kuzeybatı–güneydoğu doğrultulu olup yaklaşık 35 km uzunluğundadır. Normal fay karakterindedir ve Batı Anadolu genişleme rejimiyle uyumludur. 1939 Bergama (Mw 6.2) depremi bu fayla ilişkilendirilmiştir (Kadıoğlu vd., 2014). Zeytindağı Fay Zonu; Edremit Körfezi'nin güneybatı kenarında yer alır. Fay boyunca genç çökeller kesilmekte ve aktif fay yüzeyleri gözlenmektedir. Normal fay karakterindedir. Yenifoça Fayı; İzmir kuzeyinde bulunur ve doğu-batı doğrultuludur. Normal faylanma baskındır. Bu fay, Menemen grabeni ile deniz içi fay sistemleri arasında bağlantı sağlar. Menemen Fay Zonu; yaklaşık 50 km uzunluğundadır. Doğu-batı yönlü normal fay karakterindedir ve graben içi çökelimleri kontrol eder. 2017'de Mw 4.9 büyüklüğünde bir deprem bu zon üzerinde meydana gelmiştir (AFAD, 2017). Güzelhisar Fayı; Menemen grabeninin doğu kenarında uzanır. Normal fay karakterinde olup, güncel depremlerle aktif olduğunu göstermektedir. Fay boyunca termal kaynaklar ve sıvılaşma alanları bulunmaktadır.

Gediz Graben Sistemi, Balıkesir çevresindeki deformasyonun Ege genişleme rejimiyle birleştiği en aktif tektonik alanlardan biridir. Bu sistemin kuzey kısımları (özellikle Soma–Kırkağaç ve Bergama fayları), Balıkesir ve Edremit fay zonlarıyla kinematik olarak bağlantılıdır. Böylece bölgedeki sismik tehlikenin önemli bir bileşeni bu graben sisteminden kaynaklanmaktadır (Bozkurt, 2001).

## 2.YÖNTEM

### 2.1 Diri Faylar/Fay Zonları ve Bu Faylara Uzaklık

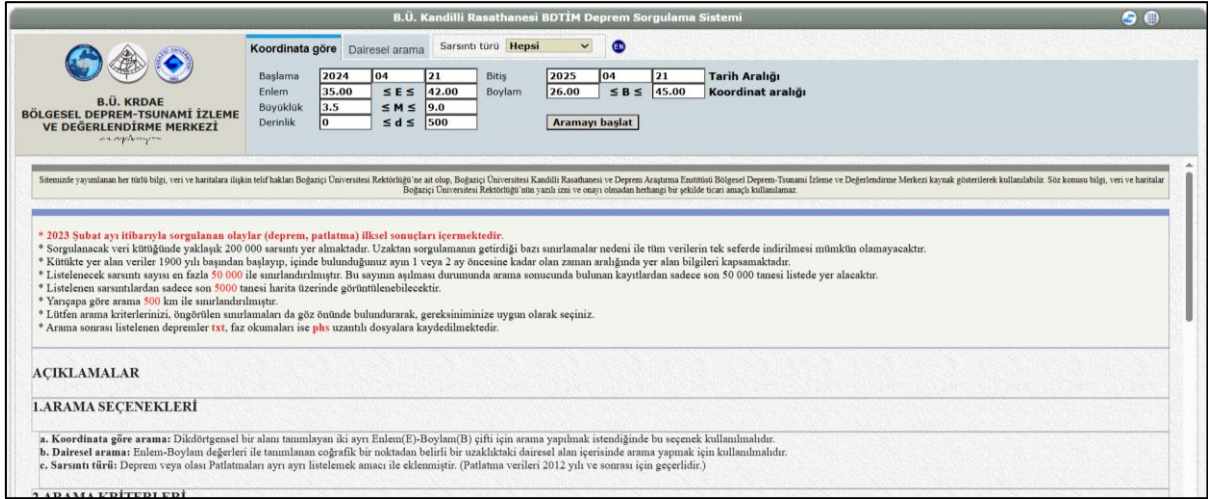
İlçe merkezlerine en fazla 100 km uzağındaki diri faylar/fay zonları ve bu faylara/fay zonlarına uzaklık Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yerbilimleri Harita Görüntüleyici sitesinden (<https://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>) alınmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Maden tetkik ve arama genel müdürlüğü yerbilimleri harita görüntüleyici

### 2.2 Deprem Veri Tabanı

Aletsel dönemde İlçe merkezlerine en fazla 100 km uzağında meydana gelen büyüklüğü 3'e eşit ve 3'ten büyük depremlere ilişkin veriler Deprem kayıtları Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi (BDTİM) Deprem Sorgulama Sistemi'nden (<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>) alınmıştır (Şekil 2.2)



Şekil 2. 2: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi BDTİM deprem sorgulama sistemi

### 2.3 Fayların/fay zonlarının oluşturacağı deprem büyüklüğü

Deprem tehlikesi incelenen ilçeler için deterministik olarak deprem senaryoları oluşturmak için inceleme alanına en fazla 100 km uzağındaki faylar/fay zonları belirlendikten sonra bu fayların/fay zonlarının oluşturacağı depremin büyüklüğü (Eşitlik 2.1) (Wells ve Coppersmith 1994) yardımıyla bulunmuştur.

$$M_w = a + b \log (SRL) \quad (2.1)$$

a ve b katsayıları fay türüne bağlıdır. Doğru atımlı faylar için a=5.16 b=1.12, normal fay için a=4.86 b=1.32, ters fay için a=5.00 b=1.22 ve tüm fay türleri için a=5.508 b=1.16'dır (Wells ve Coppersmith, 1994). Bu çalışmada, yüzey kırığı uzunlukları (SRL, km), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yerbilimleri Harita Görüntüleyicisinden alınmıştır.

### 2.4 Senaryo depremlerin inceleme alanında oluşturacağı en büyük yer ivmesi

Literatürde en büyük yer ivmesini bulmak için verilen çok sayıda azalım ilişkisi vardır. Bu çalışmada inceleme alanına en fazla 100 km uzaklıktaki fayların/fay zonlarının üreteceği depremlerin inceleme alanında oluşturacağı en büyük yer ivmesini ( $a_{max}$ , gal) bulmak için Ulusay vd. (2004) tarafından verilen aşağıdaki (Eşitlik 2.2) kullanılmıştır.

$$a_{max} = 2.18 e^{0.0218(33.3M_w - R_e + 7.8427S_A + 18.9282S_B)} \quad (2.2)$$

Eşitlikte, kaya için  $S_A = 0$ ,  $S_B = 0$ , zemin için  $S_A = 1$ ,  $S_B = 0$  ve gevşek zemin için  $S_A = 0$ ,  $S_B = 1$ ,  $R_e$  aktif fayın inceleme alanına en yakın mesafesidir.  $R_e$  değerleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yerbilimleri Harita Görüntüleyicisinden 'den alınmıştır.

## **2.5 Verilen Bir Süre İçerisinde Belirli Bir Deprem Büyüklüğünü ve En Büyük Yer İvmesini Aşma Olasılıkları**

Bu çalışmada söz konusu aşma olasılıklarını bulmak için Poisson dağılımı kullanılmıştır. Depremün zamansal oluşumu en çok Poisson modeli ile tanımlanmaktadır. Poisson süreci, verilen bir zaman aralığında, ya da belli bir bölge içinde belli bir olayın oluşum sayısını tanımlayan rastgele değişkenin değerlerini veren bir süreçtir. Poisson sürecinin özellikleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir (Kramer 1996)

- 1- Bir zaman aralığında oluşumların sayısı, diğer herhangi bir zaman aralığında oluşum sayısından bağımsızdır.
- 2- Çok kısa zaman aralığında oluşma olasılığı, zaman aralığının uzunluğu ile doğru orantılıdır.
- 3- Çok kısa zaman aralığında birden fazla olayın oluşma olasılığı ihmal edilebilir.

Poisson dağılımı kullanarak verilen bir  $t$  zamanında en az bir olayın oluşma olasılığı aşağıdaki Eşitlik 2.3 ile ifade edilir (Kramer 1996)

$$P(N \geq 1) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (2.3)$$

Burada  $\lambda$  olayın ortalama oluş sayısı,  $t$  ise verilen zaman aralığıdır.

## **2.6 Deprem Tehlikesinin Bulunuşu**

### **2.6.1 Deprem tehlikesi kavramı**

Hasar ve can kaybı yaratabilecek büyüklükte bir depremin belli bir yer ve zamanda meydana gelme olasılığına deprem tehlikesi denir. Belirli bir bölgedeki sismik tehlikenin belirlenmesinde deterministik ve probabilistik (olasılıksal) olmak üzere iki farklı yaklaşım uygulanabilmektedir.

Deterministik yaklaşımda zaman boyutundan bağımsız olarak bölgede meydana gelebilecek en büyük depremin yaratacağı yer hareketi düzeyi belirlenir. Olasılıksal Yaklaşımda hasar yapıcı yer hareketinin belli bir yerde ve belli bir zaman periyodu içerisinde meydana gelebilme olasılığı araştırılır.

### **2.6.2 Deterministik deprem tehlikesi**

Bu çalışmada söz konusu ilçe merkezlerinin deprem tehlikesi deterministik yöntemle hesaplanmasında aşağıdaki işlem adımları izlenmiştir.

1- İlçe merkezlerine en fazla 100 km uzaklığındaki diri faylar ve fay zonları ve bu faylara/fay zonlarına uzaklık Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yerbilimleri Harita Görüntüleyici sitesinden (<https://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>) alınmıştır. Söz konusu faylar ve fay zonlarının yüzey kırığı aynı siteden alınmıştır.

2-Söz konusu fayların ve fay zonlarının üreteceği moment büyüklüğü açısından deprem büyüklükleri Eşitlik 1'den bulunmuştur.

3-İlçe merkezlerine en fazla 100 km uzaklığındaki diri faylar ve fay zonlarının üreteceği depremlerin ilçe merkezinde oluşturacağı en büyük ivme değeri Eşitlik 2'den bulunmuştur.

4-Söz konusu fayların ve fay zonlarının üreteceği depremin ilçe merkezinde oluşturacağı ivme değerleri büyükten küçüğe sıralanmış ve en büyük ivmeyi oluşturan deprem çalışılan ilçe merkezi için en kötü deprem senaryosu olarak alınmıştır.

### **2.6.3 Olasılıksal deprem tehlikesi**

Bu çalışmada söz konusu ilçe merkezlerinin deprem tehlikesi olasılıksal yöntemle hesaplanmasında aşağıdaki işlem adımları izlenmiştir.

1-Aletsel dönemde ilçe merkezlerine en fazla 100 km uzağında meydana gelen büyüklüğü 3'e eşit ve 3'ten büyük depremlerin moment büyüklükleri, merkez üslerinin koordinatları Deprem kayıtları Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi (BDTİM) Deprem Sorgulama Sistemi'nden (<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>) alınmıştır.

2-İlçe merkezine en fazla 100 km uzaklıkta gelecek 10, 25,50, 75 ve 100 yıl içerisinde meydana gelecek depremler için belirli bir deprem büyüklüğünü aşma olasılıkları Poisson dağılımı kullanılarak bulunmuştur.

3- İlçe merkezine en fazla 100 km uzaklıkta aletsel dönemde meydana gelen depremlerin merkez üslerinin ilçe merkezine uzaklıkları bulunmuştur.

4- İlçe merkezine en fazla 100 km uzaklıkta aletsel dönemde meydana gelen depremlerin ilçe merkezinde oluşturdukları en büyük yer ivmesi Eşitlik 2 ile hesaplanmıştır.

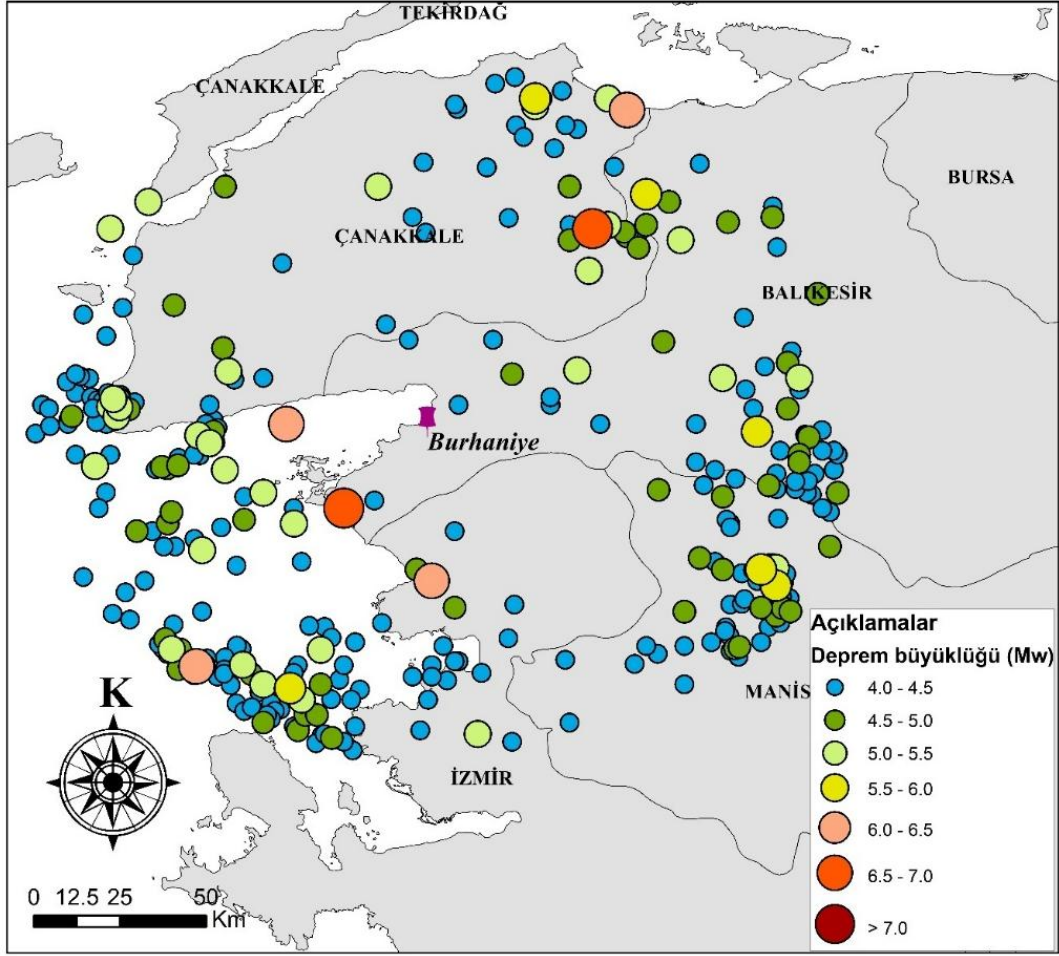
5-Bu en büyük yer ivme değerleri kullanılarak ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıkta gelecek 10, 25,50, 75, 100 ve 200 yıl içerisinde meydana gelecek depremlerin oluşturacağı ivmelerin belirli değeri aşma olasılıkları Poisson dağılımı ile bulunmuştur.



**Tablo 3.1:** Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklığındaki fay ve fay zonları ile bunların üretebileceği deprem büyüklüğü ile oluşturacağı en büyük yer ivmesi değerleri (g:yerçekimi ivmesi)

No	Fay/Fay Zonu Adı	Segment Adı	Uzaklık (km)	Fay İzi Uzunluğu (km)	Deprem Büyüklüğü Mw	En Büyük Yer İvmesi(g)
1	Kestanbol Fayı	-	70,3	21,8	6,6	0,059
2	Evciler Fayı	-	30,27	46,4	7	0,187
3	Çan-Biga Fay Zonu	Çan	50,25	19,9	6,6	0,089
4	Çan-Biga Fay Zonu	Yuvalar	53,4	13,8	6,4	0,072
5	Çan-Biga Fay Zonu	Biga	71,08	15,16	6,4	0,051
6	Sinekçi Fayı	-	84	8,85	6,2	0,032
7	Sarıköy Fayı	-	59,07	66,6	7,2	0,114
8	Atcıoba Fayı	-	78,55	17,44	6,5	0,046
9	Bekten Fayı	-	47,09	16,2	6,5	0,088
10	Yenice-Gönen Fayı	-	54,3	88,1	7,3	0,14
11	Pazarköy Fayı	-	29,46	34,5	6,9	0,171
<b>12</b>	<b>Edremit Fay Zonu</b>	-	<b>12,48</b>	<b>71,7</b>	<b>7,2</b>	<b>0,323</b>
<b>13</b>	<b>Havran-Balya Fayı</b>	<b>Havran</b>	<b>4,5</b>	<b>17,23</b>	<b>6,5</b>	<b>0,228</b>
14	Havran-Balya Fayı	Osmanlar	25,33	28,8	6,8	0,175
15	Havran-Balya Fayı	Turplu	54,95	15,87	6,5	0,074
16	Havran-Balya Fayı	Ovacık	72,76	20,29	6,6	0,055
<b>13-16</b>	<b>Havran-Balya Fayı</b>	-	<b>4,5</b>	<b>85,3</b>	<b>7,3</b>	<b>0,41</b>
17	Balıkesir Fayı	Gökçeyazı	45,72	39,2	6,9	0,125
18	Balıkesir Fayı	Kepsut	86,22	13,72	6,4	0,035
17-18	Balıkesir Fayı	-	45,72	55,55	7,1	0,143
19	Gelenbe Fayı	Batı	88,02	36,5	6,9	0,049
20	Gelenbe Fayı	Doğu	90,52	33,94	6,9	0,045
21	Gediz-Graben Sistemi	Akhisar Fayı	90,98	11,9	6,3	0,03
22	Gediz-Graben Sistemi	Ozanca Fayı	95,2	4,9	5,9	0,02
23	Soma-Kırkağaç Fay Zonu	-	60,66	39,3	6,9	0,091
24	Bergama Fayı	-	49,31	9,3	6,2	0,069
25	Zeytindağı Fay Zonu	-	54,17	17,3	6,5	0,077
26	Yenifoça Fayı	-	79,64	21	6,6	0,048
27	Menemen Fay Zonu	-	89,28	8	6,1	0,027
28	Güzelhisar Fayı	-	83,06	23	6,7	0,046
29	Gediz-Graben Sistemi	Muradiye	94,26	7,8	6,1	0,024

Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 3.0$  büyüklüğündeki 1427 deprem dikkate alınarak olasılıksal deprem tehlike analizi yapılmıştır. Şekil 3.2’de söz konusu depremlerden sadece  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki depremlerin merkez üstleri gösterilmiştir. Söz konusu alanda 1903-2025 yılları arasında büyüklüğü  $M_w = 4.0-4.5$  arasında olan 232,  $M_w = 4.5-5.0$  arasında 77,  $M_w = 5.0-5.5$  arasında 38,  $M_w = 5.5-6.0$  arasında 9,  $M_w = 6.0-6.5$  arasında 4,  $M_w = 6.5-7.0$  arasında 2 deprem meydana gelmiştir.

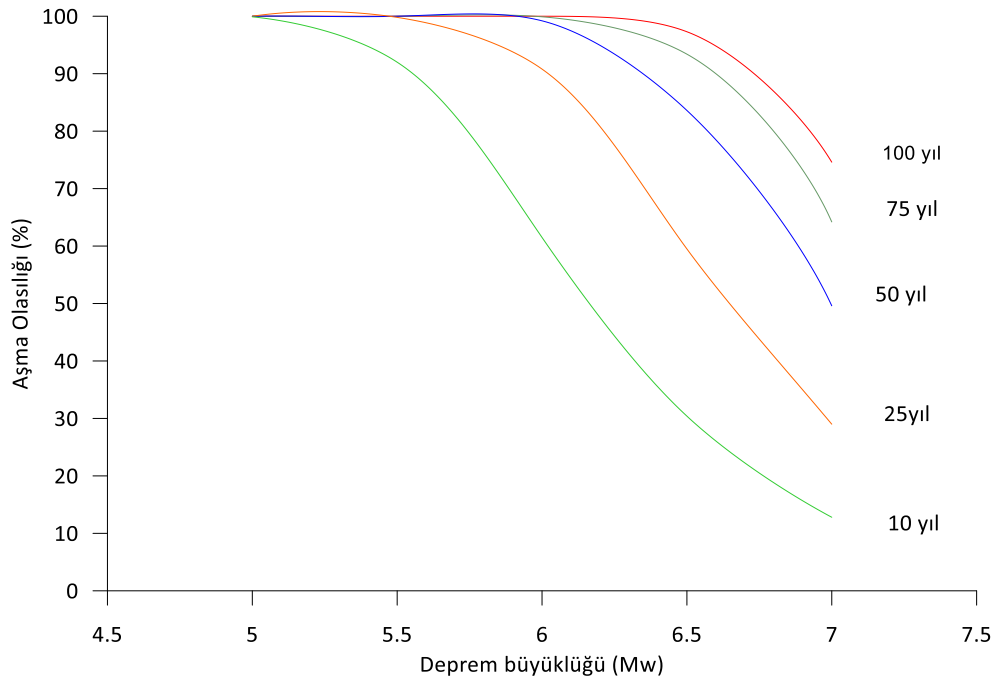


**Şekil 3.2:** Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki depremler

Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki 365 deprem dikkate alınarak 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında söz konusu alanda oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları Poisson dağılımı kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.3, Tablo 3.2).

**Tablo 3.2:** Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları

		Aşma olasılıkları (%)				
Deprem büyüklüğü (Mw)	Tekrarlanma Periyodu (yıl)	10 yıl	25 yıl	50 yıl	75 yıl	100 yıl
		5	1,5	99,9	100,0	100,0
5,5	4	92,0	100	100,0	100,0	100,0
6	10,4	61,5	90,8	99,2	99,9	100,0
6,5	27,6	30,4	59,5	83,6	93,4	97,3
7	72,8	12,8	29,0	49,6	64,2	74,6



**Şekil 3.3:** Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları grafiği

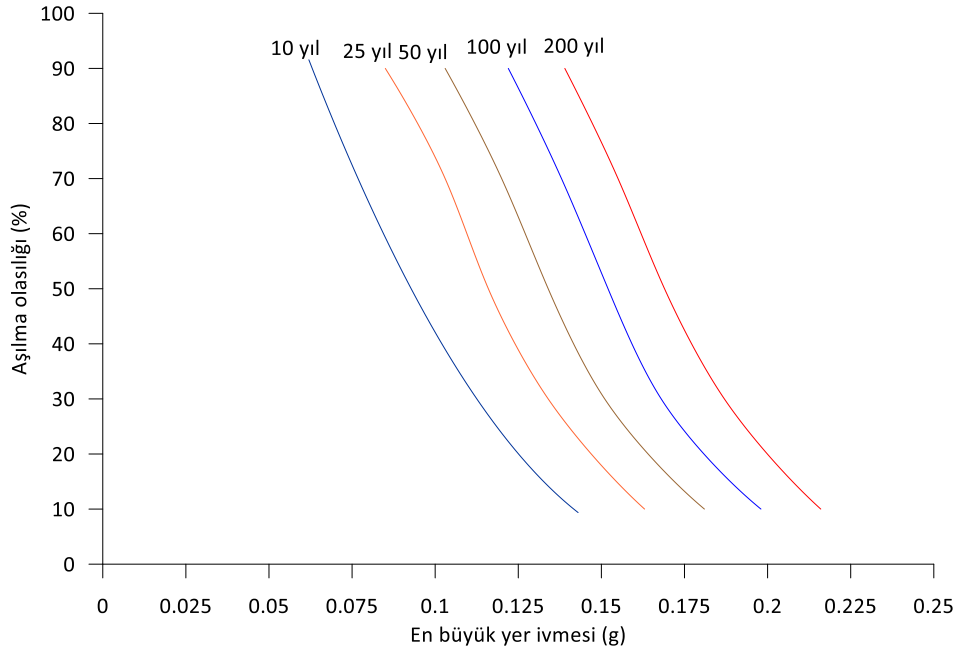
Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda 10 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin en az bir tanesinin büyüklüğünün 6 veya 6'dan büyük olma olasılığı % 61.5 dir. Bu olasılık değeri 25 yıllık zaman aralığı için %90.8, 50 yıllık zaman aralığı için % 99.2, 75 yıllık zaman aralığı için %99.9'dur.

Söz konusu alanda oluşacak depremlerden en az bir tanesinin büyüklüğünün  $M_w \geq 6.5$  olma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %30.4, 25 yıllık zaman aralığı için %59.5, 50 yıllık zaman aralığı için % 83.6, 75 yıllık zaman aralığı için %93.4 ve 100 yıllık zaman aralığı için % 97.3 dür. Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda büyüklüğü  $M_w \geq 7.0$  olan en az bir depremle karşılaşma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %12.8, 25 yıllık zaman aralığı için %29.0, 50 yıllık zaman aralığı için %49.6, 75 yıllık zaman aralığı için % 64.2 ve 100 yıllık zaman aralığı için %74.6'dır (Şekil 3.3, Tablo 3.2).

Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-1925 yılları arasında meydana gelen büyüklüğü  $M_w \geq 3.0$  olan 1428 depremin Burhaniye ilçe merkezinde oluşturduğu en büyük yer ivmeleri Ulusay vd. (2004) de verilen azalım ilişkisi kullanılarak bulunmuştur. Bu ivme değerleri dikkate alınarak söz konusu alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin ilçe merkezinde üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları bulunmuştur (Şekil 3.4., Tablo 3.3).

**Tablo 3.3:** Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları (g: yerçekimi ivmesi)

Aşma Olasılığı(%)	En büyük yer ivmesi (g)					
	10yıl	25yıl	50 yıl	75yıl	100yıl	200yıl
90	0,062	0,085	0,103	0,114	0,122	0,139
70	0,079	0,103	0,12	0,131	0,138	0,155
50	0,093	0,116	0,134	0,145	0,152	0,169
30	0,11	0,134	0,151	0,161	0,168	0,187
10	0,143	0,163	0,181	0,194	0,198	0,216



**Şekil 3.4:** Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları grafiği

Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda gelecekteki 25 yıllık zaman aralığında oluşacak depremler ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.085$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.103$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.116$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.13$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.163$  g büyüklüğünde olacaktır. Söz konusu alanda 50 yıllık zaman aralığında oluşacak depremler ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.103$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.120$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.134$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.151$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.181$  g büyüklüğünde olacaktır. Gelecekteki 100 yıllık zaman aralığı dikkate alındığında söz konusu ivme değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.122$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.138$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.152$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.168$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.198$  g büyüklüğünde olacaktır. Gelecekteki zaman aralığı 200 yıl alındığında söz konusu alanda oluşacak depremlerin ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.139$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.155$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.169$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.187$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.216$  g büyüklüğünde olacaktır (Şekil 3.4., Tablo 3.3).

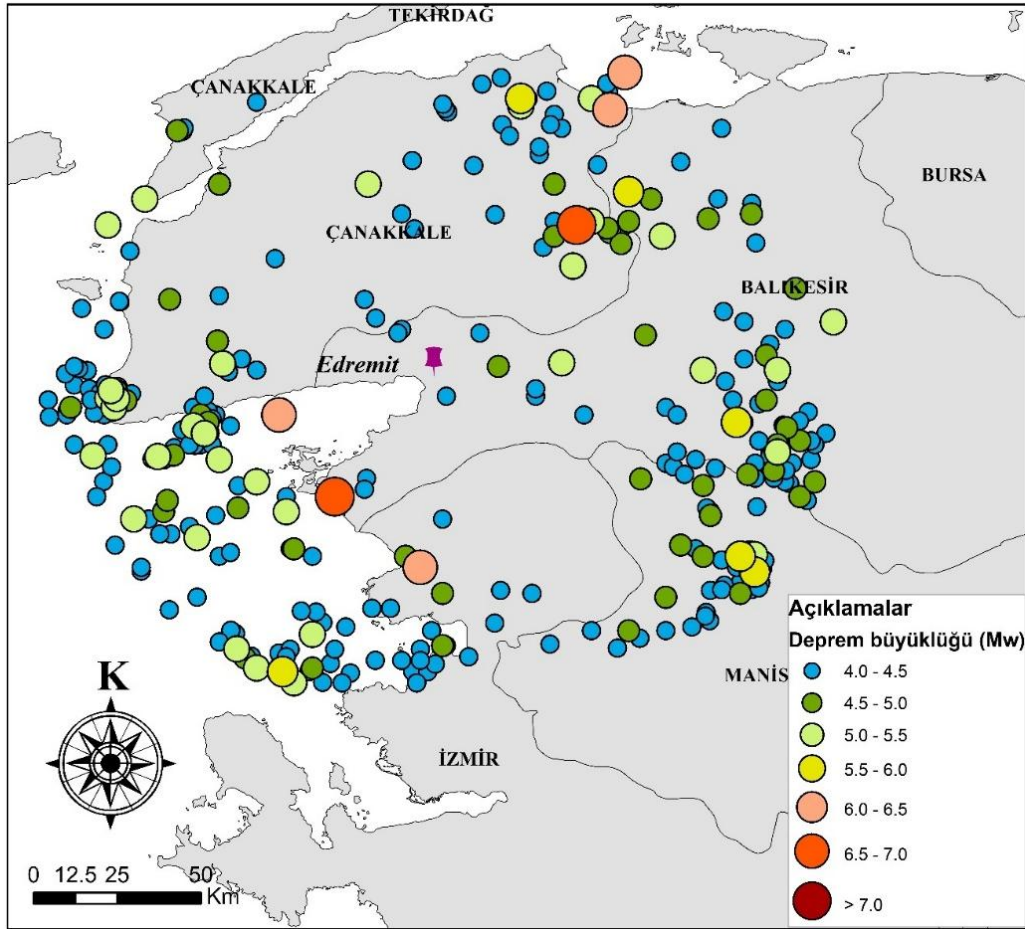


**Tablo 3.4:** Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklığındaki fay ve fay zonları ile bunların üretebileceği deprem büyüklüğü ile oluşturacağı en büyük yer ivmesi değerleri (g: yerçekimi ivmesi)

No	Fay/Fay Zonu Adı	Segment Adı	Uzaklık (km)	Fay İzi Uzunluğu (km)	Deprem Büyüklüğü (Mw)	En Büyük Yer İvmesi(g)
1	Kestanbol Fayı	-	73,32	21,8	6,6	0,055
2	Evciler Fayı	-	26,72	46,4	7	0,202
3	Çan-Biga Fay Zonu	Çan	44,84	19,9	6,6	0,1
4	Çan-Biga Fay Zonu	Yuvalar	47,38	13,8	6,4	0,083
5	Çan-Biga Fay Zonu	Biga	64,37	15,16	6,4	0,059
6	Sinekçi Fayı	-	81,89	8,85	6,2	0,033
7	Sarıköy Fayı	-	41,55	66,6	7,2	0,167
8	Gündoğan Fayı	-	79,48	22,32	6,6	0,049
9	Atcıoba Fayı	-	60,61	17,44	6,5	0,067
10	Bekten Fayı	-	37,8	16,2	6,5	0,108
11	Yenice -Gönen Fayı	-	35,26	88,1	7,3	0,212
12	<b>Pazarköy Fayı</b>	-	<b>19,29</b>	<b>34,5</b>	<b>6,9</b>	<b>0,213</b>
13	<b>Edremit Fay Zonu</b>	-	<b>9,11</b>	<b>71,7</b>	<b>7,2</b>	<b>0,348</b>
14	<b>Havran-Balya Fayı</b>	<b>Havran</b>	<b>7,64</b>	<b>17,23</b>	<b>6,5</b>	<b>0,213</b>
15	Havran-Balya Fayı	Osmanlar	23,78	28,8	6,8	0,181
16	Havran-Balya Fayı	Turplu	52,01	15,87	6,5	0,079
17	Havran-Balya Fayı	Ovacık	69,79	20,29	6,6	0,058
14-17	<b>Havran-Balya Fayı</b>		<b>7,64</b>	<b>85,3</b>	<b>7,3</b>	<b>0,383</b>
18	Balıkesir Fayı	Gökçeyazı	41,92	39,2	6,9	0,136
19	Balıkesir Fayı	Kepsut	86,92	13,72	6,4	0,035
18-19	Balıkesir Fayı		41,92	55,55	7,1	0,155
20	Gelenbe Fayı	Batı	87,37	36,5	6,9	0,049
21	Gelenbe Fayı	Doğu	93,07	33,94	6,9	0,042
22	Gediz-Graben Sistemi	Akhisar Fayı	95,58	11,9	6,3	0,027
23	Soma-Kırkağaç Fay Zonu	-	64,22	39,3	6,9	0,084
24	Bergama Fayı	-	56,87	9,3	6,2	0,058
25	Zeytindağı Fay Zonu	-	60,56	17,3	6,5	0,067
26	Yenifoça Fayı	-	84,82	21	6,6	0,043
27	Menemen Fay Zonu	-	94,04	8	6,1	0,024
28	Güzelhisar Fayı	-	91,56	23	6,7	0,038

Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 3.0$  büyüklüğündeki 1171 deprem dikkate alınarak olasılıksal deprem tehlike analizi yapılmıştır. Şekil 3.6'da söz konusu depremlerden sadece  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki depremlerin merkez üstleri gösterilmiştir. Söz konusu alanda 1903-2025 yılları arasında büyüklüğü  $M_w = 4.0-4.5$  arasında olan 232,  $M_w = 4.5-5.0$  arasında 62,

Mw=5.0-5.5 arasında 34, Mw=5.5-6.0 arasında 8, Mw=6.0-6.5 arasında 4, Mw=6.5-7.0 arasında 2 deprem meydana gelmiştir.

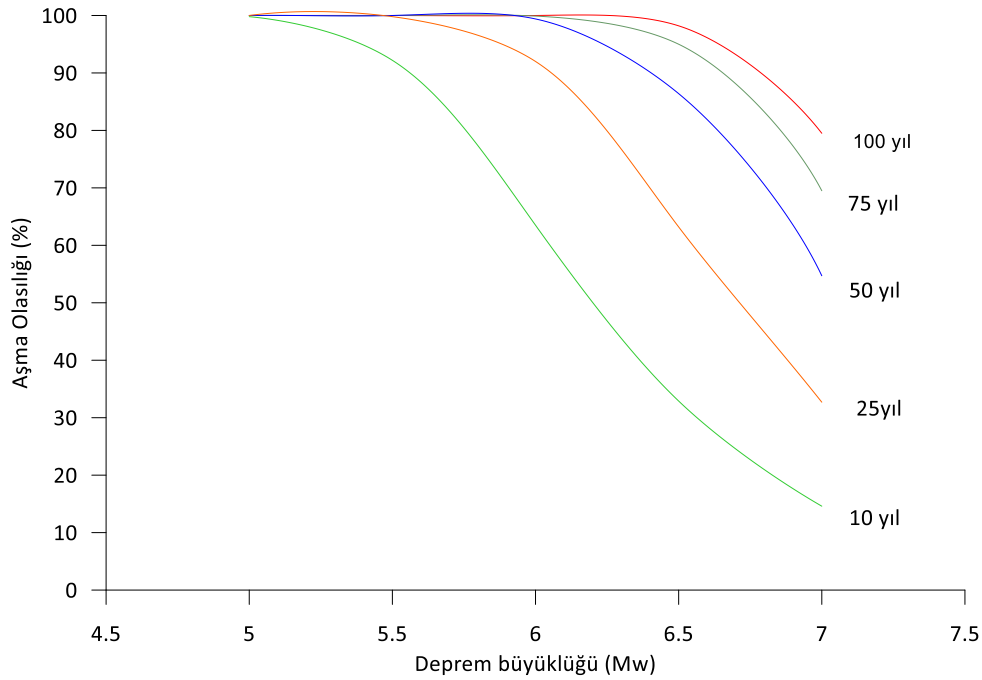


Şekil 3.6: Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen Mw≥4.0 büyüklüğündeki depremler

Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen Mw≥4.0 büyüklüğündeki 346 deprem dikkate alınarak 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında söz konusu alanda oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları Poisson dağılımı kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.7, Tablo 3.5).

**Tablo 3.5:**Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları

Deprem büyüklüğü (Mw)	Tekrarlanma Periyodu (yıl)	Aşma olasılıkları (%)				
		10 yıl	25 yıl	50 yıl	75 yıl	100 yıl
5	1,6	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0
5,5	3,9	92,2	99,8	100,0	100,0	100,0
6	9,9	63,5	92,0	99,4	99,9	100,0
6,5	25	32,9	63,2	86,4	95,0	98,2
7	63	14,6	32,7	54,7	69,5	79,5



**Şekil 3.7:** Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları grafiği

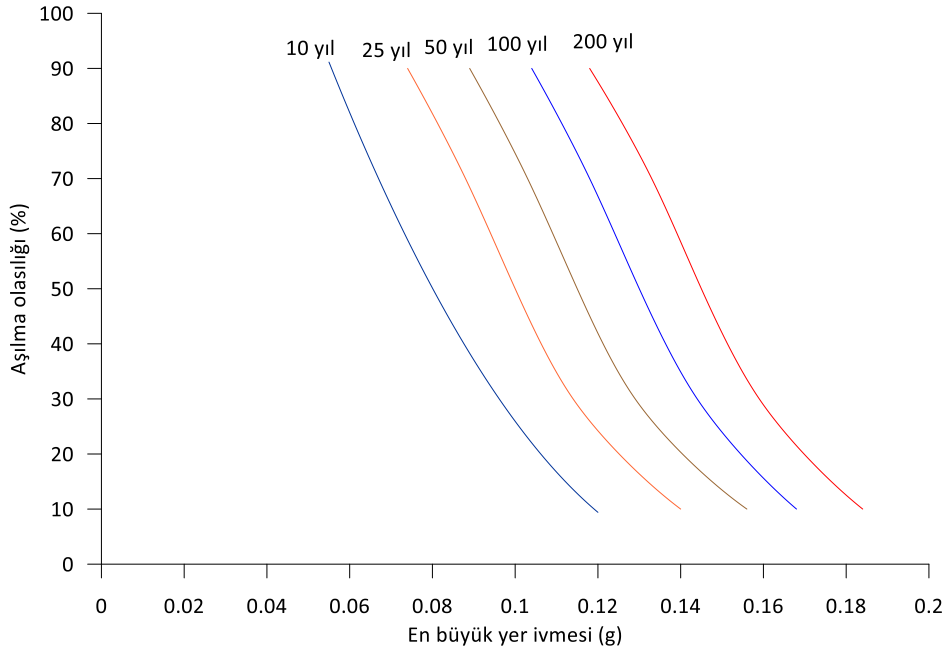
Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda 10 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin en az bir tanesinin büyüklüğünün  $Mw \geq 6$  olma olasılığı %63.5'dir. Bu olasılık değeri 25 yıllık zaman aralığı için %92, 50 yıllık zaman aralığı için %99.4, 75 yıllık zaman aralığı için %99.9'dur. Söz konusu alanda oluşacak depremlerden en az bir tanesinin

büyükliğünün  $M_w \geq 6.5$  olma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %32.9, 25 yıllık zaman aralığı için %63.2, 50 yıllık zaman aralığı için %86.4, 75 yıllık zaman aralığı için %95 ve 100 yıllık zaman aralığı için %98.2'dir. Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda büyüklüğü  $M_w \geq 7.0$  olan en az bir depremle karşılaşma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %14.6, 25 yıllık zaman aralığı için %32.7, 50 yıllık zaman aralığı için %54.7, 75 yıllık zaman aralığı için %69.5 ve 100 yıllık zaman aralığı için %79.5'dir (Tablo 5, Şekil 10).

Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-1925 yılları arasında meydana gelen büyüklüğü  $M_w \geq 3.0$  olan 1172 depremin, Edremit ilçe merkezinde oluşturduğu en büyük yer ivmeleri Ulusay vd. (2004) de verilen azalim ilişkisi kullanılarak bulunmuştur. Bu ivme değerleri dikkate alınarak söz konusu alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin ilçe merkezinde üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları bulunmuştur (Şekil 3.8, Tablo 3.6).

**Tablo 3.6:** Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları (g: yerçekimi ivmesi)

En büyük yer ivmesi (g)						
Aşma Olasılığı(%)	10yıl	25yıl	50 yıl	75yıl	100yıl	200yıl
90	0,055	0,074	0,089	0,098	0,104	0,118
70	0,068	0,088	0,103	0,111	0,118	0,133
50	0,081	0,100	0,115	0,123	0,130	0,145
30	0,094	0,114	0,129	0,139	0,144	0,159
10	0,120	0,140	0,156	0,164	0,168	0,184



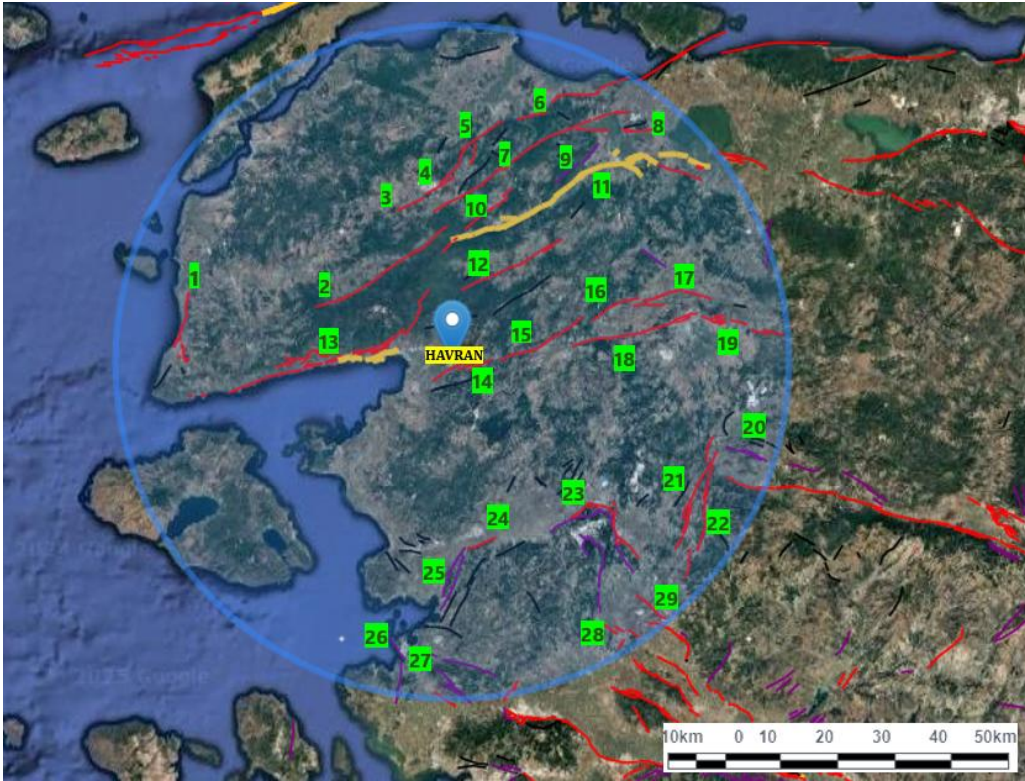
**Şekil 3.8:** Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları grafiği

Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda gelecekteki 25 yıllık zaman aralığında oluşacak depremler ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.074$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.088$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.100$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.114$ g, %10 olasılıkla  $\geq 0.140$  g büyüklüğünde olacaktır. Söz konusu alanda gelecekteki 50 yıllık zaman aralığında oluşacak depremler ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.089$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.103$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.115$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.129$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.156$  g büyüklüğünde olacaktır. Gelecekteki 100 yıllık zaman aralığı dikkate alındığında söz konusu ivme değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.104$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.118$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.130$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.144$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.168$  g büyüklüğünde olacaktır. Gelecekteki zaman aralığı 200 yıl alındığında söz konusu alanda oluşacak depremlerin ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.118$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.133$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.145$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.159$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.184$  g büyüklüğünde olacaktır (Şekil 3.8, Tablo 3.6).

### 3.3 Havran İlçesi Deprem Tehlikesi

Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzaktaki fay ve fay zonları Şekil 3.9'da, bu fay ve fay zonlarının oluşturacağı depremlerin moment büyüklüğü ( $M_w$ ) ile söz konusu depremlerin Havran ilçe merkezinde oluşturacağı yer çekimi ivmesi cinsinden en büyük yer

ivmesi (amax) Tablo 3.7’de verilmiştir. Tablo 3.7 incelendiğinde en fazla 100 km uzaktaki fay ve fay zonları dikkate alındığında Havran ilçe merkezi için en kötü deprem senaryosunun Havran-Balya Fayının tümünün kırılması şeklinde gerçekleşeceği, bu depremin  $M_w=7.3$  büyüklüğünde oluşacağı ve Havran ilçe merkezinde 0.44 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesi oluşturacağı görülmektedir. Havran ilçe merkezi için ikinci en kötü deprem senaryosunun Edremit Fay Zonunun üreteceği  $M_w=7.2$  büyüklüğünde depreme bağlı olarak gelişeceği ve söz konusu depremin Havran ilçe merkezinde 0.287 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesi oluşturacağı görülmektedir. Üçüncü en kötü deprem senaryosu Havran-Balya fayının Havran segmentinin  $M_w=6.5$  büyüklüğünde deprem üretmesi ve bu depremin ilçe merkezinde 0.245g büyüklüğünde en büyük yer ivmesine neden olmasıdır (Tablo 3.7).

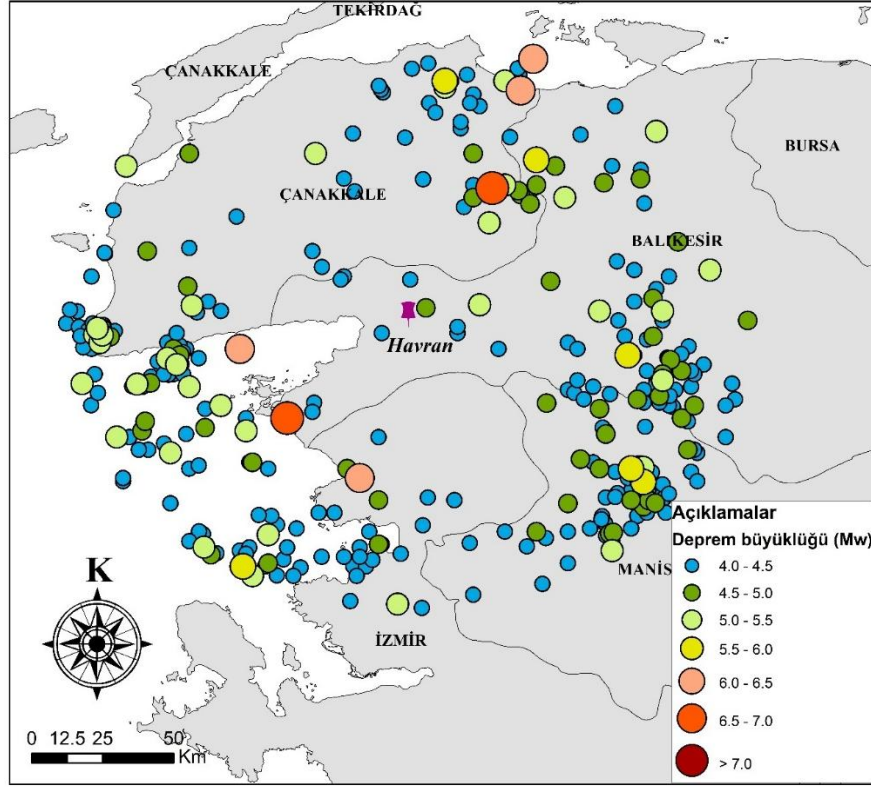


**Şekil 3.9:** Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki faylar (Fay numaraları Tablo 3.7’de açıklanmıştır)

**Tablo 3.7:** Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklığındaki fay ve fay zonları ile bunların üretebileceği deprem büyüklüğü ile oluşturacağı en büyük yer ivmesi değerleri

No	Fay/Fay Zonu Adı	Segment Adı	Uzaklık (km)	Fay İzi Uzunluğu (km)	Deprem Büyüklüğü (Mw)	En Büyük Yer İvmesi(g)
1	Kestanbol Fayı	-	79,64	21,8	6,6	0,048
2	Evciler Fayı	-	33,11	46,4	7	0,176
3	Çan-Biga Fay Zonu	Çan	48,75	19,9	6,6	0,092
4	Çan-Biga Fay Zonu	Yuvalar	59,38	13,8	6,4	0,064
5	Çan-Biga Fay Zonu	Biga	70,66	15,16	6,4	0,051
6	Sinekçi Fayı	-	86,25	8,85	6,2	0,03
7	Sarıköy Fayı	-	47,66	66,6	7,2	0,146
8	Gündoğan Fayı	-	87,24	22,32	6,6	0,041
9	Atcıoba Fayı	-	60,72	17,44	6,5	0,067
10	Bekten Fayı	-	40,79	16,2	6,5	0,101
11	Yenice- Gönen Fayı	-	36,44	88,1	7,3	0,207
12	Pazarköy Fayı	-	21,69	34,5	6,9	0,202
<b>13</b>	<b>Edremit Fay Zonu</b>	-	<b>17,96</b>	<b>71,7</b>	<b>7,2</b>	<b>0,287</b>
<b>14</b>	<b>Havran-Balya Fayı</b>	<b>Havran</b>	<b>1,18</b>	<b>17,23</b>	<b>6,5</b>	<b>0,245</b>
15	Havran-Balya Fayı	Osmanlar	13,99	28,8	6,8	0,224
16	Havran-Balya Fayı	Turplu	43,2	15,87	6,5	0,095
17	Havran-Balya Fayı	Ovacık	60,01	20,29	6,6	0,072
<b>14-17</b>	<b>Havran-Balya Fayı</b>		<b>1,18</b>	<b>85,3</b>	<b>7,3</b>	<b>0,44</b>
18	Balıkesir Fayı	Gökçeyazı	36,62	39,2	6,9	0,153
19	Balıkesir Fayı	Kepsut	76,74	13,72	6,4	0,043
18-19	Balıkesir Fayı		36,62	55,55	7,1	0,174
20	Düvertepe Fay Zonu	-	89,72	11,51	6,3	0,031
21	Gelenbe Fayı	Batı	79,41	36,5	6,9	0,059
22	Gelenbe Fayı	Doğu	83,82	33,94	6,9	0,052
23	Soma-Kırkağaç Fay Zonu	-	58,08	39,3	6,9	0,096
24	Bergama Fayı	-	52,93	9,3	6,2	0,063
25	Zeytindağı Fay Zonu	-	54,76	17,3	6,5	0,076
26	Yenifoça Fayı	-	84,24	21	6,6	0,043
27	Menemen Fay Zonu	-	84,87	8	6,1	0,03
28	Gediz-Graben Sistemi	Ozanca Fayı	90,53	4,9	5,9	0,022
29	Gediz-Graben Sistemi	Akhisar Fayı	89,78	11,9	6,3	0,031

Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 3.0$  büyüklüğündeki 1236 deprem dikkate alınarak olasılıksal deprem tehlike analizi yapılmıştır. Şekil 3.10'da söz konusu depremlerden sadece  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki depremlerin merkez üstleri gösterilmiştir. Söz konusu alanda 1903-2025 yılları arasında büyüklüğü  $M_w = 4.0-4.5$  arasında olan 244,  $M_w = 4.5-5.0$  arasında 69,  $M_w = 5.0-5.5$  arasında 36,  $M_w = 5.5-6.0$  arasında 9,  $M_w = 6.0-6.5$  arasında 4,  $M_w = 6.5-7.0$  arasında 2 deprem meydana gelmiştir.

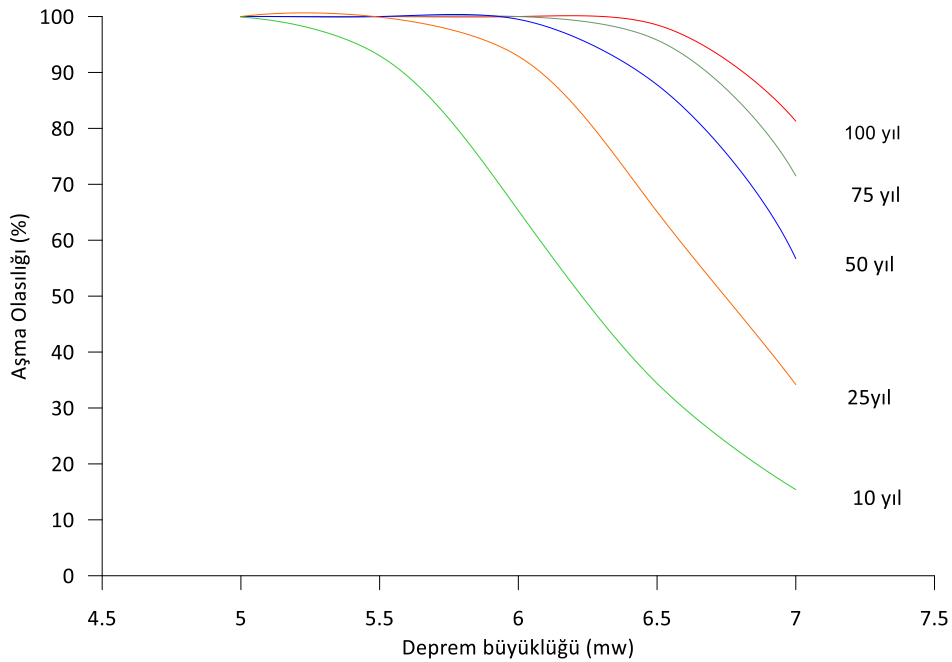


**Şekil 3.10:** Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki depremler

Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki 349 deprem dikkate alınarak 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında söz konusu alanda oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları Poisson dağılımı kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.11, Tablo 3.8).

**Tablo 3.8:** Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları

Deprem büyüklüğü (Mw)	Tekrarlanma Periyodu (yıl)	Aşma olasılıkları (%)				
		10 yıl	25 yıl	50 yıl	75 yıl	100 yıl
5	1,5	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0
5,5	3,8	93,0	99,9	100,0	100,0	100,0
6	9,4	65,3	92,9	99,5	100,0	100,0
6,5	23,7	34,4	65,1	87,8	95,8	98,5
7	59,5	15,4	34,2	56,7	71,5	81,3



**Şekil 3.11:** Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları grafiği

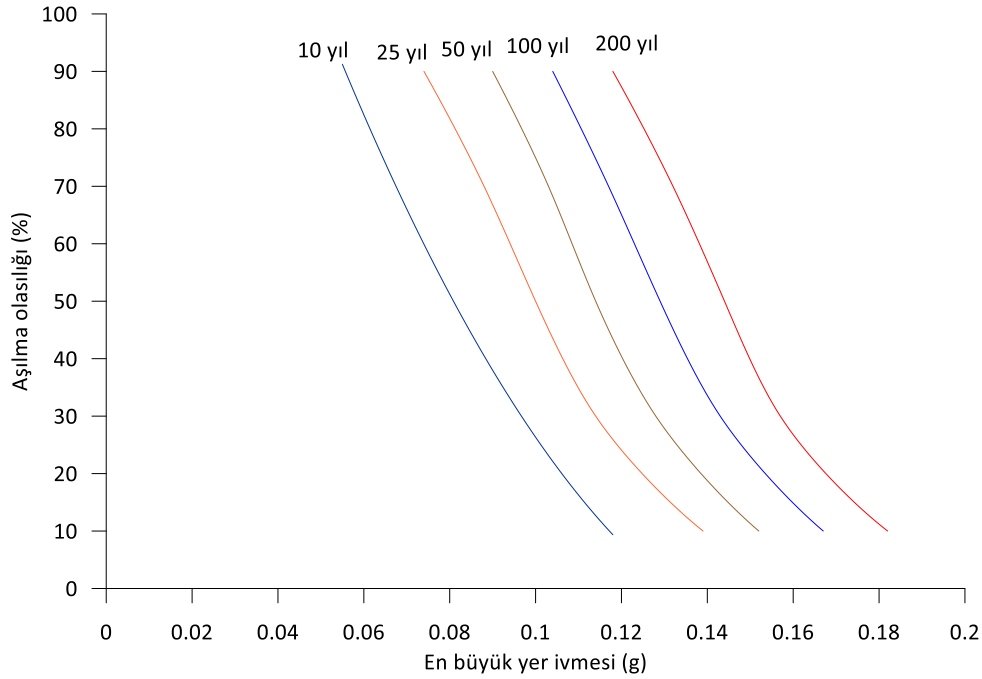
Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda 10 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin en az bir tanesinin büyüklüğünün 6 veya 6'dan büyük olma olasılığı %65.3'tür. Bu olasılık değeri 25 yıllık zaman aralığı için %92.9, 50 yıllık zaman aralığı için

% 99.5, 75 yıllık zaman aralığı için %100'dür. Söz konusu alanda oluşacak depremlerden en az bir tanesinin büyüklüğünün  $M_w \geq 6.5$  olma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %34.4, 25 yıllık zaman aralığı için % 65.1, 50 yıllık zaman aralığı için % 87.8, 75 yıllık zaman aralığı için % 95.8 ve 100 yıllık zaman aralığı için % 98.5'dir. Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda büyüklüğü  $M_w \geq 7.0$  olan en az bir depremle karşılaşma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %15.4, 25 yıllık zaman aralığı için %34.2, 50 yıllık zaman aralığı için % 56.7, 75 yıllık zaman aralığı için % 71.5 ve 100 yıllık zaman aralığı için % 81.3'tür (Şekil 3.11, Tablo 3.8).

Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-1925 yılları arasında meydana gelen büyüklüğü  $M_w \geq 3.0$  olan 1237 depremin Havran ilçe merkezinde oluşturduğu en büyük yer ivmeleri Ulusay vd. (2004) de verilen azalım ilişkisi kullanılarak bulunmuştur. Bu ivme değerleri dikkate alınarak söz konusu alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin ilçe merkezinde üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları bulunmuştur (Şekil 3.12, Tablo 3.9).

**Tablo 3.9:** Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları (g: yerçekimi ivmesi)

En büyük yer ivmesi (g)						
Aşma Olasılığı(%)	10yıl	25yıl	50 yıl	75yıl	100yıl	200yıl
90	0,055	0,073	0,090	0,095	0,104	0,118
70	0,069	0,086	0,101	0,108	0,117	0,132
50	0,081	0,098	0,114	0,122	0,129	0,144
30	0,095	0,112	0,128	0,137	0,143	0,157
10	0,118	0,139	0,152	0,161	0,167	0,182

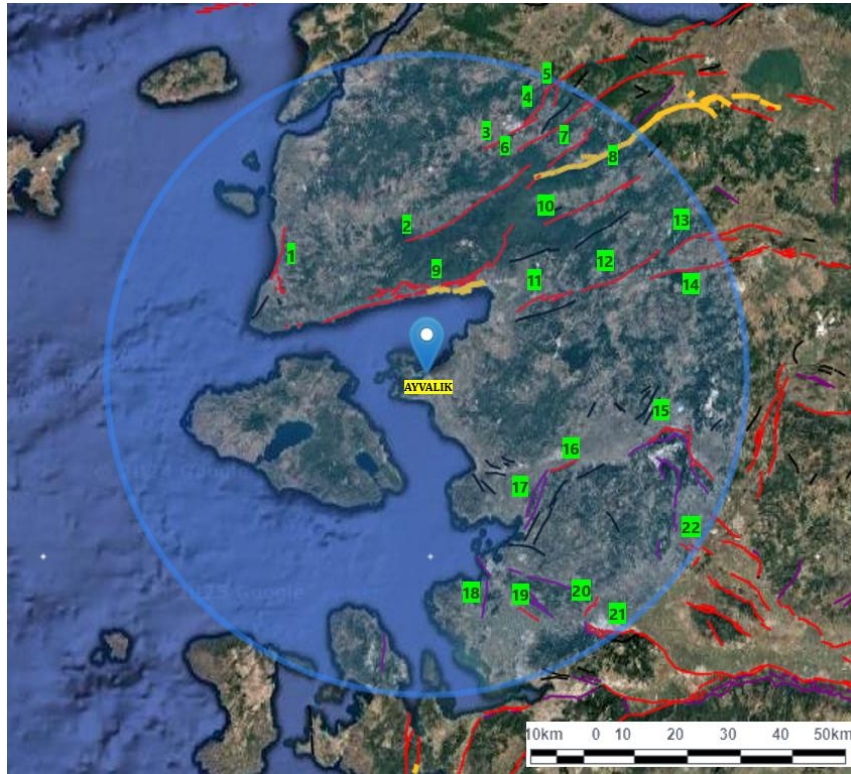


**Şekil 3.12:** Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları grafiği

Havran merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda gelecekteki 25 yıllık zaman aralığında oluşacak depremler ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.073$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.086$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.098$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.112$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.139$  g büyüklüğünde olacaktır. Söz konusu alanda gelecekteki 50 yıllık zaman aralığında oluşacak depremler ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.090$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.101$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.114$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.128$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.152$  g büyüklüğünde olacaktır. Gelecekteki 100 yıllık zaman aralığı dikkate alındığında söz konusu ivme değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.104$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.117$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.129$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.143$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.167$  g büyüklüğünde olacaktır. Gelecekteki zaman aralığı 200 yıl alındığında söz konusu alanda oluşacak depremlerin ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.118$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.132$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.144$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.157$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.182$  g büyüklüğünde olacaktır (Şekil 3.12, Tablo 3.9).

### 3.4 Ayvalık İlçesi Deprem Tehlikesi

Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzaktaki fay ve fay zonları Şekil 3.13'te, bu fay ve fay zonlarının oluşturacağı depremlerin moment büyüklüğü ( $M_w$ ) ile söz konusu depremlerin Ayvalık ilçe merkezinde oluşturacağı yer çekimi ivmesi cinsinden en büyük yer ivmesi ( $a_{max}$ ) Tablo 3.10'da verilmiştir. Tablo 3.10 incelendiğinde en fazla 100 km uzaktaki fay ve fay zonları dikkate alındığında Ayvalık ilçe merkezi için en kötü deprem senaryosunun Havran-Balya Fayının tümünün kırılması şeklinde gerçekleşeceği, bu depremin  $M_w=7.3$  büyüklüğünde oluşacağı ve Ayvalık ilçe merkezinde 0.214 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesi oluşturacağı görülmektedir. Ayvalık ilçe merkezi için ikinci en kötü deprem senaryosunun Edremit Fay Zonunun üreteceği  $M_w=7.2$  büyüklüğünde depreme bağlı olarak gelişeceği ve söz konusu depremin Ayvalık ilçe merkezinde 0.205 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesi oluşturacağı görülmektedir. Üçüncü en kötü deprem senaryosu Evciler fayının  $M_w=7.0$  büyüklüğünde deprem üretmesi ve bu depremin ilçe merkezinde 0.148 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesine neden olmasıdır.

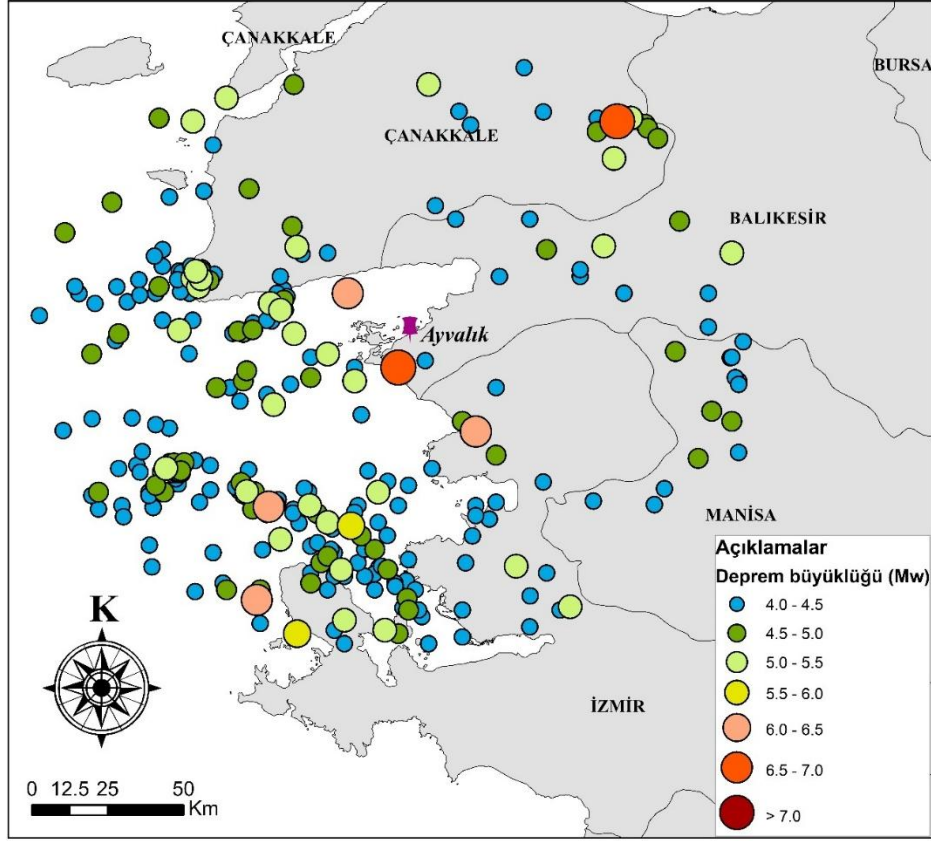


Şekil 3.13: Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki faylar (Fay numaraları Tablo 3.10'da açıklanmıştır)

**Tablo 3.10:** Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklığındaki fay ve fay zonları ile bunların üretebileceği deprem büyüklüğü ile oluşturacağı en büyük yer ivmesi değerleri

No	Fay/Fay Zonu Adı	Segment Adı	Uzaklık (km)	Fay İzi Uzunluğu (km)	Deprem Büyüklüğü (Mw)	En Büyük Yer İvmesi(g)
1	Kestanbol Fayı	-	52,01	21,8	6,6	0,088
<b>2</b>	<b>Evciler Fayı</b>	-	<b>41,11</b>	<b>46,4</b>	<b>7</b>	<b>0,148</b>
3	Çan-Biga Fay Zonu	Çan	75,32	19,9	6,6	0,051
4	Çan-Biga Fay Zonu	Yuvalar	89,51	13,8	6,4	0,033
5	Çan-Biga Fay Zonu	Biga	96,25	15,16	6,4	0,029
6	Sarıköy Fayı	-	80,3	66,6	7,2	0,072
7	Bekten Fayı	-	83,36	16,2	6,5	0,04
8	Yenice - Gönen Fayı	-	71,85	88,1	7,3	0,095
<b>9</b>	<b>Edremit Fayı</b>	-	<b>33,41</b>	<b>71,7</b>	<b>7,2</b>	<b>0,205</b>
10	Pazarköy Fayı	-	61,95	34,5	6,9	0,084
11	Havran-Balya Fayı	Havran	34,35	17,23	6,5	0,119
12	Havran-Balya Fayı	Osmanlar	64,85	28,8	6,8	0,074
13	Havran-Balya Fayı	Turplu	90,94	15,87	6,5	0,034
<b>11-13</b>	<b>Havran-Balya Fayı</b>		<b>34,35</b>	<b>85,3</b>	<b>7,3</b>	<b>0,214</b>
14	Balıkesir Fayı	Gökçeyazı	74,16	39,2	6,9	0,068
15	Soma-Kırkağaç Fay Zonu	-	70,21	39,3	6,9	0,074
16	Bergama Fayı	-	47,05	9,3	6,2	0,072
17	Zeytindağı Fay Zonu	-	47,53	17,3	6,5	0,089
18	Yenifoça Fayı	-	62,23	21	6,6	0,07
19	Menemen Fay Zonu	-	71,58	8	6,1	0,04
20	Gediz-Graben Sistemi	Muradiye Fayı	84,94	7,8	6,1	0,03
21	Gediz-Graben Sistemi	Manisa Fayı	98,29	9,54	6,2	0,024
22	Gediz-Graben Sistemi	Ozanca Fayı	97,94	4,9	5,9	0,019

Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 3.0$  büyüklüğündeki 1514 deprem dikkate alınarak olasılıksal deprem tehlike analizi yapılmıştır. Şekil 3.14’de söz konusu depremlerden sadece  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki depremlerin merkez üstleri gösterilmiştir. Söz konusu alanda 1903-2025 yılları arasında büyüklüğü  $M_w = 4.0-4.5$  arasında olan 184,  $M_w = 4.5-5.0$  arasında 75,  $M_w = 5.0-5.5$  arasında 29,  $M_w = 5.5-6.0$  arasında 6,  $M_w = 6.0-6.5$  arasında 4,  $M_w = 6.5-7.0$  arasında 2 deprem meydana gelmiştir.

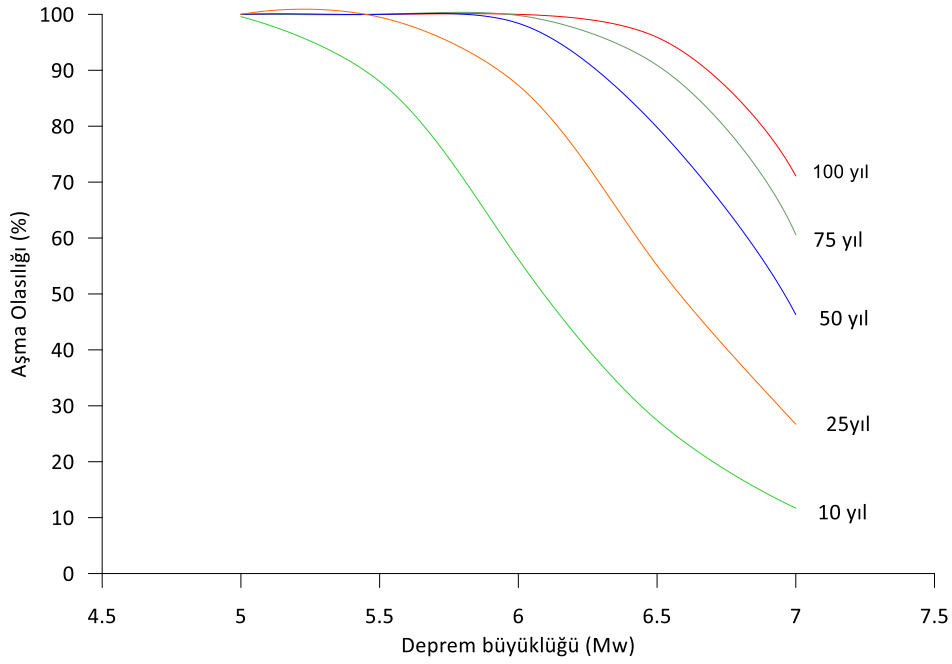


**Şekil 3.14:** Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki depremler

Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki 300 deprem dikkate alınarak 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında söz konusu alanda oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları Poisson dağılımı kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.15, Tablo 3.11).

**Tablo 3.11:** Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları

Deprem Büyüklüğü (Mw)	Tekrarlanma Periyodu (yıl)	Aşma olasılıkları (%)				
		10 yıl	25 yıl	50 yıl	75 yıl	100 yıl
5	1,8	99,6	100,0	100	100,0	100,0
5,5	4,7	88,0	99,5	100,0	100,0	100,0
6	12,1	56,2	87,3	98,4	99,8	100,0
6,5	31,2	27,4	55,1	79,8	90,9	95,9
7	80,3	11,7	26,7	46,3	60,6	71,1



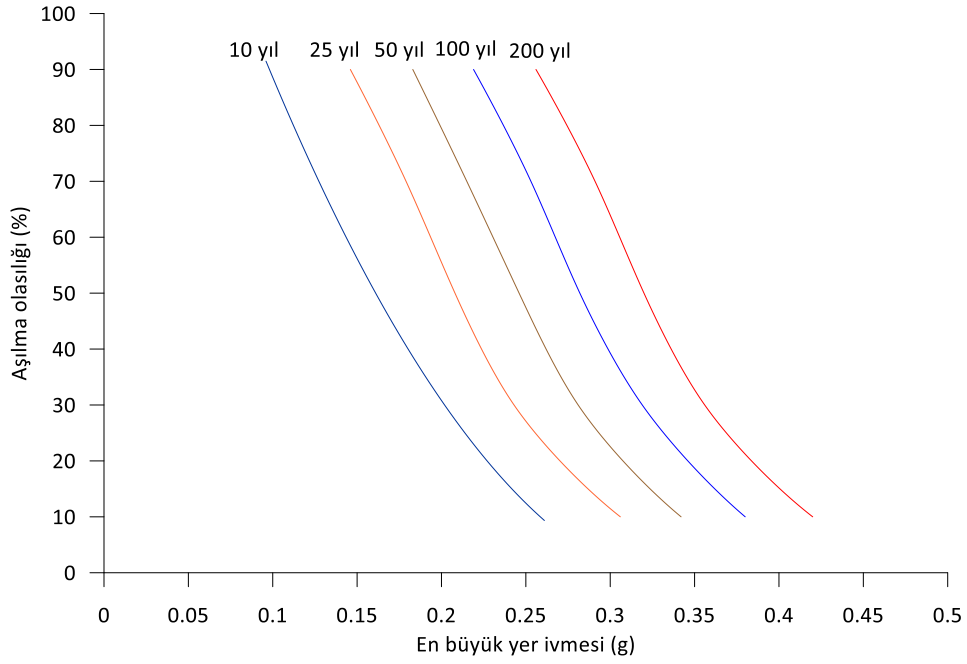
**Şekil 3.15:** Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları grafiği

Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda 10 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin en az bir tanesinin büyüklüğünün 6 veya 6'dan büyük olma olasılığı %56.2'dir. Bu olasılık değeri 25 yıllık zaman aralığı için %87.3, 50 yıllık zaman aralığı için % 98.4, 75 yıllık zaman aralığı için %99.8'dir. Söz konusu alanda oluşacak depremlerden en az bir tanesinin büyüklüğünün  $M_w \geq 6.5$  olma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %27.4, 25 yıllık zaman aralığı için % 55.1, 50 yıllık zaman aralığı için %79.8, 75 yıllık zaman aralığı için % 90.9 ve 100 yıllık zaman aralığı için % 95.9'dur. Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda büyüklüğü  $M_w \geq 7.0$  olan en az bir depremle karşılaşma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %11.7, 25 yıllık zaman aralığı için %26.7, 50 yıllık zaman aralığı için % 46.3, 75 yıllık zaman aralığı için % 60.6 ve 100 yıllık zaman aralığı için % 71.1'dir (Şekil 3.15, Tablo 3. 11).

Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-1925 yılları arasında meydana gelen büyüklüğü  $M_w \geq 3.0$  olan 1515 depremin Ayvalık ilçe merkezinde oluşturduğu en büyük yer ivmeleri Ulusay vd. (2004) de verilen azalım ilişkisi kullanılarak bulunmuştur. Bu ivme değerleri dikkate alınarak söz konusu alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin ilçe merkezinde üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları bulunmuştur (Şekil 3.16, Tablo 3.12).

**Tablo 3.12:** Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları (g: yerçekimi ivmesi)

En büyük yer ivmesi (g)						
Aşma Olasılığı(%)	10yıl	25yıl	50 yıl	75yıl	100yıl	200yıl
90	0,096	0,146	0,183	0,202	0,219	0,256
70	0,132	0,179	0,215	0,238	0,253	0,291
50	0,161	0,208	0,246	0,267	0,282	0,32
30	0,197	0,243	0,281	0,304	0,319	0,356
10	0,261	0,306	0,342	0,370	0,380	0,420

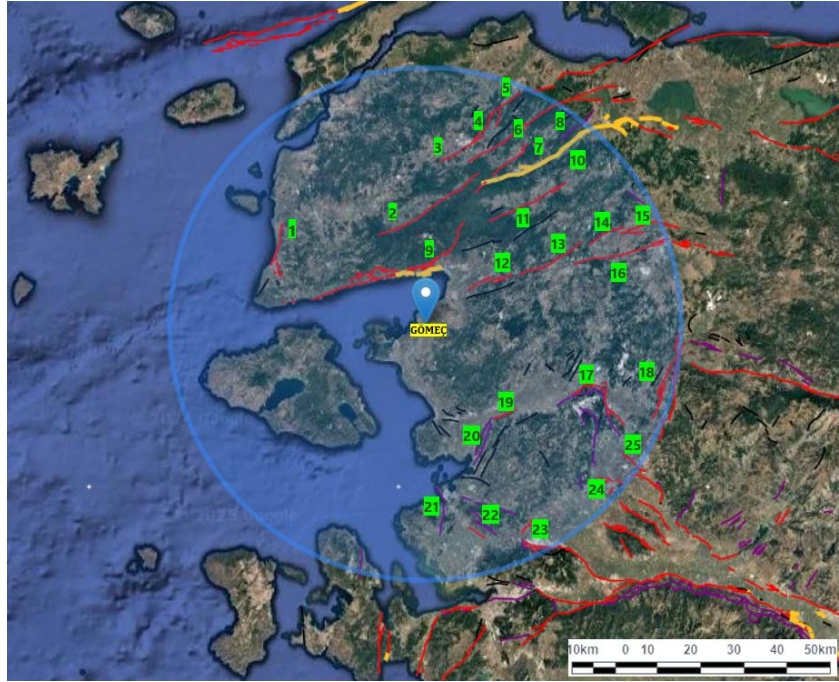


**Şekil 3.16:** Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları

Ayvalık merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda gelecekteki 25 yıllık zaman aralığında oluşacak depremler ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.146$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.179$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.208$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.243$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.306$  g büyüklüğünde olacaktır. Söz konusu alanda gelecekteki 50 yıllık zaman aralığında oluşacak depremler ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.183$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.215$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.246$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.281$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.342$  g büyüklüğünde olacaktır. Gelecekteki 100 yıllık zaman aralığı dikkate alındığında söz konusu ivme değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.219$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.253$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.282$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.319$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.380$  g büyüklüğünde olacaktır. Gelecekteki zaman aralığı 200 yıl alındığında söz konusu alanda oluşacak depremlerin ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.256$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.291$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.320$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.356$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.420$  g büyüklüğünde olacaktır (Şekil 3.16, Tablo 3.12).

### 3.5 Gömeç İlçesi Deprem Tehlikesi

Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzaktaki fay ve fay zonları Şekil 3.17’de, bu fay ve fay zonlarının oluşturacağı depremlerin moment büyüklüğü ( $M_w$ ) ile söz konusu depremlerin Gömeç ilçe merkezinde oluşturacağı yer çekimi ivmesi cinsinden en büyük yer ivmesi ( $a_{max}$ ) Tablo 3.13’te verilmiştir. Tablo 3.13 incelendiğinde en fazla 100 km uzaktaki fay ve fay zonları dikkate alındığında Gömeç ilçe merkezi için en kötü deprem senaryosunun Havran-Balya Fayının tümünün kırılması şeklinde gerçekleşeceği, bu depremin  $M_w=7.3$  büyüklüğünde oluşacağı ve Gömeç ilçe merkezinde 0.290 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesi oluşturacağı görülmektedir. Gömeç ilçe merkezi için ikinci en kötü deprem senaryosunun Edremit Fay Zonunun üreteceği  $M_w=7.2$  büyüklüğünde depreme bağlı olarak gelişeceği ve söz konusu depremin Gömeç ilçe merkezinde 0.248 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesi oluşturacağı görülmektedir. Üçüncü en kötü deprem senaryosu Havran-Balya fayının Havran segmentinin  $M_w=6.5$  büyüklüğünde deprem üretmesi ve bu depremin ilçe merkezinde 0.162 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesine neden olmasıdır.

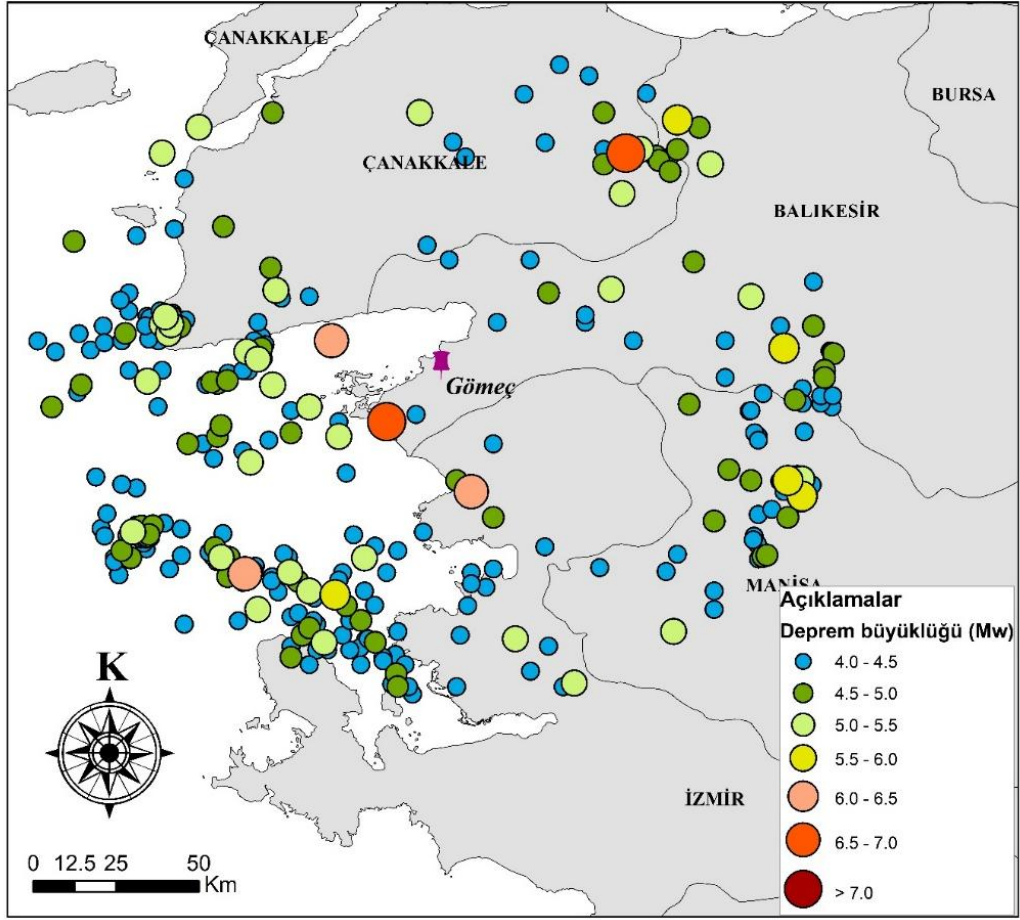


**Şekil 3.17:** Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki faylar (Fay numaraları Tablo 3.13’te açıklanmıştır)

**Tablo 3.13:** Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklığındaki fay ve fay zonları ile bunların üretebileceği deprem büyüklüğü ile oluşturacağı en büyük yer ivmesi değerleri

No	Fay/Fay Zonu Adı	Segment Adı	Uzaklık (Km)	Fay İzi Uzunluğu (Km)	Deprem Büyüklüğü (Mw)	En Büyük Yer İvmesi(g)
1	Kestanbol Fayı	-	65,98	21,8	6,6	0,065
2	Evciler Fayı	-	38,64	46,4	7	0,156
3	Çan-Biga Fay Zonu	Çan	64,07	19,9	6,6	0,066
4	Çan-Biga Fay Zonu	Yuvalar	79,52	13,8	6,4	0,041
5	Çan-Biga Fay Zonu	Biga	90,69	15,16	6,4	0,033
6	Sarıköy Fayı	-	65,54	66,6	7,2	0,099
7	Bekten Fayı	-	69,57	16,2	6,5	0,054
8	Atcıoba Fayı	-	89,07	17,44	6,5	0,036
<b>9</b>	<b>Edremit Fay Zonu</b>	-	<b>24,57</b>	<b>71,7</b>	<b>7,2</b>	<b>0,248</b>
10	Yenice -Gönen Fayı	-	61,49	88,1	7,3	0,12
11	Pazarköy Fayı	-	47,92	34,5	6,9	0,114
<b>12</b>	<b>Havran-Balya Fayı</b>	<b>Havran</b>	<b>20,36</b>	<b>17,23</b>	<b>6,5</b>	<b>0,162</b>
13	Havran-Balya Fayı	Osmanlar	41,85	28,8	6,8	0,122
14	Havran-Balya Fayı	Turplu	73,1	15,87	6,5	0,05
15	Havran-Balya Fayı	Ovacık	92,24	20,29	6,6	0,036
<b>12-15</b>	<b>Havran-Balya Fayı</b>	-	<b>20,36</b>	<b>85,3</b>	<b>7,3</b>	<b>0,290</b>
16	Balıkesir Fayı	Gökçeyazı	62,32	39,2	6,9	0,087
16	Balıkesir Fayı	-	62,32	55,55	7,1	0,099
17	Soma-Kırkağaç Fay Zonu	-	60,13	39,3	6,9	0,092
18	Gelenbe Fayı	Batı	93,59	36,5	6,9	0,043
19	Bergama Fayı	-	45	9,3	6,2	0,075
20	Zeytindağı Fay Zonu	-	46,2	17,3	6,5	0,092
21	Yenifoça Fayı	-	63,41	21	6,6	0,068
22	Menemen Fay Zonu	-	70,59	8	6,1	0,041
23	Gediz-Graben Sistemi	Manisa Fayı	90,87	9,54	6,2	0,028
24	Gediz-Graben Sistemi	Ozanca Fayı	89,21	4,9	5,9	0,023
25	Gediz-Graben Sistemi	Akhisar Fayı	90,62	11,9	6,3	0,03

Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 3.0$  büyüklüğündeki 1611 deprem dikkate alınarak olasılıksal deprem tehlike analizi yapılmıştır. Şekil 3.18’de söz konusu depremlerden sadece  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki depremlerin merkez üstleri gösterilmiştir. Söz konusu alanda 1903-2025 yılları arasında büyüklüğü  $M_w = 4.0-4.5$  arasında olan 201,  $M_w = 4.5-5.0$  arasında 79,  $M_w = 5.0-5.5$  arasında 32,  $M_w = 5.5-6.0$  arasında 9,  $M_w = 6.0-6.5$  arasında 3,  $M_w = 6.5-7.0$  arasında 2 meydana gelmiştir.

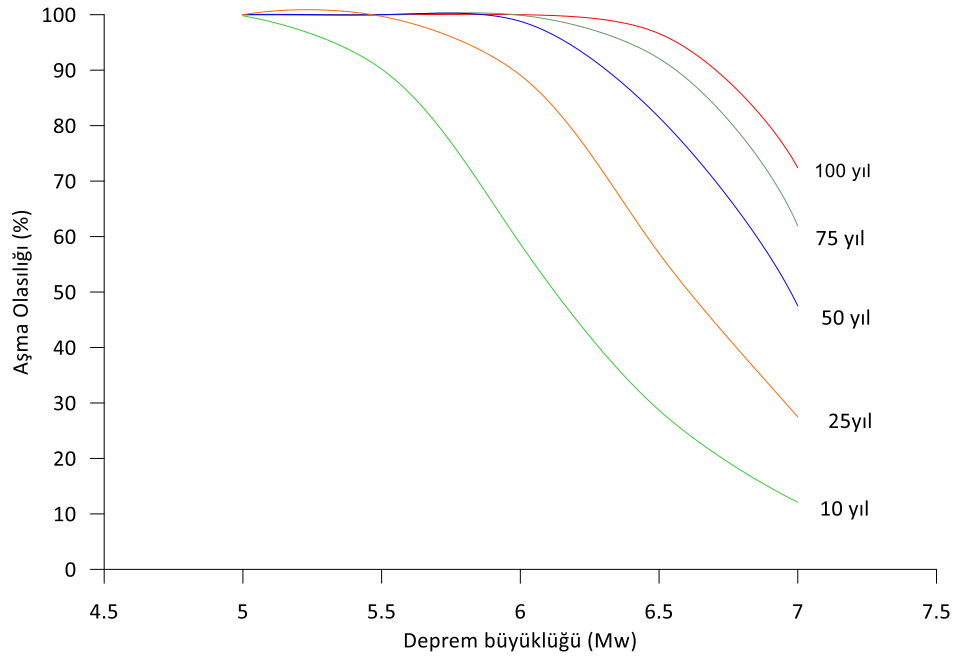


**Şekil 3.18:** Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki depremler

Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-2025 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki 300 deprem dikkate alınarak 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında söz konusu alanda oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları Poisson dağılımı kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.19, Tablo 3.14).

**Tablo 3.14:** Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları

Deprem Büyüklüğü (Mw)	Tekrarlanma Periyodu (yıl)	Aşma olasılıkları (%)				
		10	25	50	75	100
5	1,6	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0
5,5	4,30	90,2	99,7	100,0	100,0	100,0
6	11,3	58,7	89,1	98,8	99,9	100,0
6,5	29,5	28,7	57,0	81,5	92,1	96,6
7	77,4	12,1	27,5	47,5	61,9	72,4



**Şekil 3.19:** Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin belli bir büyüklüğü aşma olasılıkları

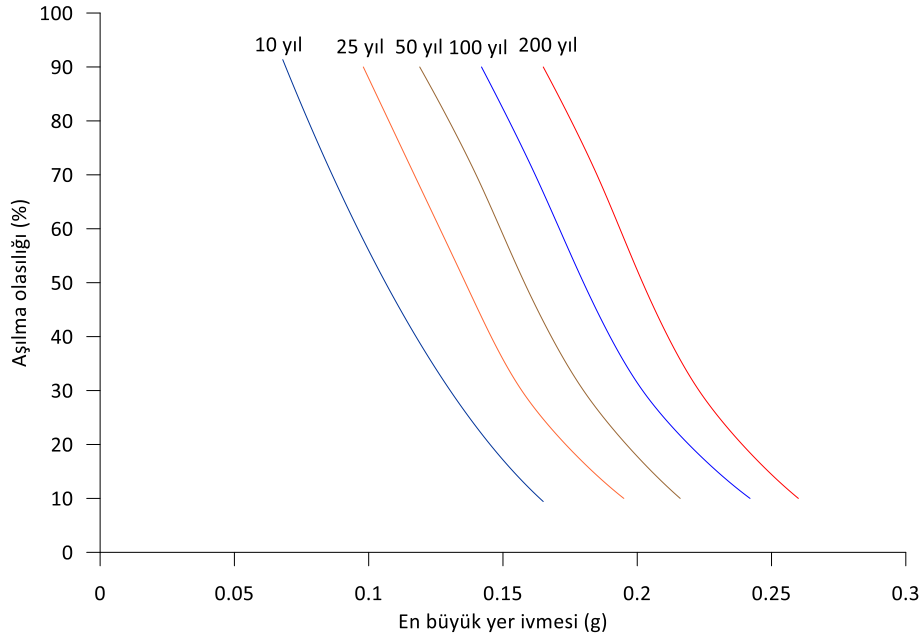
Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda 10 yıllık bir zaman aralığında oluşacak depremlerin en az bir tanesinin büyüklüğünün 6 veya 6'dan büyük olma olasılığı %58.7'dir. Bu olasılık değeri 25 yıllık zaman aralığı için % 89.1, 50 yıllık zaman aralığı için % 98.8, 75 yıllık zaman aralığı için %99.9'dur. Söz konusu alanda oluşacak depremlerden

en az bir tanesinin büyüklüğünün  $M_w \geq 6.5$  olma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %28.7, 25 yıllık zaman aralığı için %57, 50 yıllık zaman aralığı için %81.5, 75 yıllık zaman aralığı için %92.1 ve 100 yıllık zaman aralığı için %96.6'dır. Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda büyüklüğü  $M_w \geq 7.0$  olan en az bir depremle karşılaşma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %12.1, 25 yıllık zaman aralığı için %27.5, 50 yıllık zaman aralığı için % 47.5, 75 yıllık zaman aralığı için % 61.9 ve 100 yıllık zaman aralığı için %72.4'dür (Şekil 3.19, Tablo 3.14).

Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 1903-1925 yılları arasında meydana gelen büyüklüğü  $M_w \geq 3.0$  olan 1612 depremin Gömeç ilçe merkezinde oluşturduğu en büyük yer ivmeleri Ulusay vd (2004) de verilen azalım ilişkisi kullanılarak bulunmuştur. Bu ivme değerleri dikkate alınarak söz konusu alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin ilçe merkezinde üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları bulunmuştur (Şekil 3.20, Tablo 3.15).

**Tablo 3.15:** Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları (g: yerçekimi ivmesi)

En büyük yer ivmesi (g)						
Aşma Olasılığı(%)	10yıl	25yıl	50 yıl	75yıl	100yıl	200yıl
90	0,068	0,098	0,119	0,133	0,142	0,165
70	0,089	0,117	0,140	0,153	0,162	0,185
50	0,106	0,136	0,158	0,170	0,180	0,202
30	0,128	0,157	0,180	0,192	0,202	0,223
10	0,165	0,195	0,216	0,231	0,242	0,260



**Şekil 3.20:** Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda 10, 25, 50, 100 ve 200 yıllık zaman aralığında oluşacak depremlerin üreteceği ivmelerin belli değerleri aşma olasılıkları grafiği

Gömeç merkezine en fazla 100 km uzaklıktaki alanda gelecekteki 25 yıllık zaman aralığında oluşacak depremler ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.098$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.117$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.136$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.157$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.195$  g büyüklüğünde olacaktır. Söz konusu alanda gelecekteki 50 yıllık zaman aralığında oluşacak depremler ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.119$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.140$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.158$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.180$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.216$  g büyüklüğünde olacaktır. Gelecekteki 100 yıllık zaman aralığı dikkate alındığında söz konusu ivme değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.142$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.162$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.180$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.202$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.242$  g büyüklüğünde olacaktır. Gelecekteki zaman aralığı 200 yıl alındığında söz konusu alanda oluşacak depremlerin ilçe merkezinde üreteceği en büyük yer ivmesi değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.165$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.185$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.202$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.223$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.260$  g büyüklüğünde olacaktır (Şekil 3.20, Tablo 3.15).

#### 4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Balıkesir ili Edremit, Havran, Burhaniye, Gömeç ve Ayvalık ilçelerinin deterministik ve olasılıksal deprem tehlike analizi yapılmıştır. Bu analizlerden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1-En fazla 100 km uzaktaki fay ve fay zonları dikkate alınarak yapılan deterministik deprem tehlike analizine göre Edremit ilçe merkezi için en kötü deprem senaryosunun Havran-Balya Fayının tümünün kırılması şeklinde gerçekleşeceği, bu depremin  $M_w=7.3$  büyüklüğünde oluşacağı ve Edremit ilçe merkezinde 0.383 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesi oluşturacaktır. Bu çalışmada yapılan olasılıksal deprem tehlike analizine göre Edremit ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda büyüklüğü  $M_w \geq 7.0$  olan en az bir depremle karşılaşma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %14.6, 25 yıllık zaman aralığı için %32.7, 50 yıllık zaman aralığı için %54.7, 75 yıllık zaman aralığı için %69.5 ve 100 yıllık zaman aralığı için %79.5'dir. Gelecekteki 100 yıllık zaman aralığı dikkate alındığında söz konusu ivme değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.104$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.118$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.130$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.144$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.168$  g büyüklüğünde olacaktır.

2-Havran ilçe merkezi için en kötü deprem senaryosunun Havran-Balya Fayının tümünün kırılması şeklinde gerçekleşeceği, bu depremin  $M_w=7.3$  büyüklüğünde oluşacağı ve Havran ilçe merkezinde 0.44 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesi oluşturacağı görülmektedir. Havran ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda büyüklüğü  $M_w \geq 7.0$  olan en az bir depremle karşılaşma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %15.4, 25 yıllık zaman aralığı için %34.2, 50 yıllık zaman aralığı için %56.7, 75 yıllık zaman aralığı için %71.5 ve 100 yıllık zaman aralığı için %81.3'tür. Gelecekteki 100 yıllık zaman aralığı dikkate alındığında söz konusu ivme değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.104$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.117$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.129$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.143$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.167$  g büyüklüğünde olacaktır.

3-En fazla 100 km uzaktaki fay ve fay zonları dikkate alındığında Burhaniye ilçe merkezi için en kötü deprem senaryosunun Havran-Balya Fayının tümünün kırılması şeklinde gerçekleşeceği, bu depremin  $M_w=7.3$  büyüklüğünde oluşacağı ve Burhaniye ilçe merkezinde 0.41 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesi oluşturacağı görülmüştür.

Burhaniye ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda büyüklüğü  $M_w \geq 7.0$  olan en az bir depremle karşılaşma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %12.8, 25 yıllık zaman aralığı için %29.0, 50 yıllık zaman aralığı için % 49.6, 75 yıllık zaman aralığı için %64.2 ve 100 yıllık zaman aralığı için % 74.6'dır. Gelecekteki 100 yıllık zaman aralığı dikkate alındığında söz konusu ivme değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.122$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.138$  g, %50 olasılıkla  $\geq 0.152$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.168$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.198$  g büyüklüğünde olacaktır.

4-Gömeç ilçe merkezi için en kötü deprem senaryosunun Havran-Balya Fayının tümünün kırılması şeklinde gerçekleşeceği, bu depremin  $M_w=7.3$  büyüklüğünde oluşacağı ve Gömeç ilçe merkezinde 0.290 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesi oluşturacağı belirlenmiştir. Gömeç ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda büyüklüğü  $M_w \geq 7.0$  olan en az bir depremle karşılaşma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %12.1, 25 yıllık zaman aralığı için %27.5, 50 yıllık zaman aralığı için %47.5, 75 yıllık zaman aralığı için %61.9 ve 100 yıllık zaman aralığı için %72.4'dür. Gelecekteki 100 yıllık zaman aralığı dikkate alındığında söz konusu ivme değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.142$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.162$ g, %50 olasılıkla  $\geq 0.180$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.202$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.242$  g büyüklüğünde olacaktır.

5-Deterministik deprem tehlike analizine göre Ayvalık ilçe merkezi için en kötü deprem senaryosunun Havran-Balya Fayının tümünün kırılması şeklinde gerçekleşeceği, bu depremin  $M_w=7.3$  büyüklüğünde oluşacağı ve Ayvalık ilçe merkezinde 0.214 g büyüklüğünde en büyük yer ivmesi oluşturacağı görülmüştür. Olasılıksal deprem tehlike analizi sonuçlarına göre Ayvalık ilçe merkezine en fazla 100 km uzağındaki alanda büyüklüğü  $M_w \geq 7.0$  olan en az bir depremle karşılaşma olasılığı 10 yıllık zaman aralığı için %11.7, 25 yıllık zaman aralığı için %26.7, 50 yıllık zaman aralığı için %46.3, 75 yıllık zaman aralığı için % 60.6 ve 100 yıllık zaman aralığı için %71.1'dir. Gelecekteki 100 yıllık zaman aralığı dikkate alındığında söz konusu ivme değerleri %90 olasılıkla  $\geq 0.219$  g, %70 olasılıkla  $\geq 0.253$ g, %50 olasılıkla  $\geq 0.282$  g, %30 olasılıkla  $\geq 0.319$  g, %10 olasılıkla  $\geq 0.380$  g büyüklüğünde olacaktır.

6-Burhaniye ve Gömeç ilçe merkezinin tamamına yakını, Edremit ilçe merkezinin önemli kısmı ve Ayvalık ilçe merkezinin Sarmısaklı ve Altınova mahalleleri alüvyon zemin üzerine kuruludur. Söz konusu alüvyon alanlarda olası depremde zemin büyütmesi olacaktır. Bu çalışmada yapılan deprem tehlike analizlerinde bu zemin büyütmesi dikkate alınmamıştır.

7-Verilen süreyi dikkate almayan, deprem etkisini konu alan çalışmalarda (örneğin alüvyon zeminlerin sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesinde) deterministik deprem tehlike analizi sonuçları, verilen sürenin dikkate alındığı deprem etkisinin konu alan çalışmalarda (örneğin sıvılaşma tehlike haritalarının üretilmesinde) olasılıksal deprem tehlike analizi sonuçları dikkate alınmalıdır.

## 5. KAYNAKLAR

- AFAD.** (2023). *Türkiye Deprem Tehlike Haritası*. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- AFAD.** (2024). *Türkiye Deprem Tehlike Parametreleri Veritabanı*. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- Aki, K.** (1968). Seismic displacements and strain associated with faulting. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 58(2), 995–1012.
- Altunel, E.** (1999). Holocene activity of the Yenice–Gönen Fault (NW Anatolia). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 8(1), 1–12.
- Ambraseys, N. N.** (2001). Reappraisal of the seismicity of the Eastern Mediterranean region. *Annals of Geophysics*, 44(1).
- Anderson, E. M.** (1951). *The dynamics of faulting and dyke formation*. Oliver and Boyd.
- Arpat, E., ve Şaroğlu, F.** (1972). Türkiye'nin genç tektoniği. *MTA Bulletin*, 78, 1–27.
- Barka, A.** (1992). The North Anatolian Fault Zone. *Annales Tectonicae*, 6, 164–195.
- Barka, A., and Kadinsky-Cade, K.** (1988). Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics*, 7(3), 663–684.
- Başarır-Bahadır, Ç., and Altunel, E.** (2019). Paleoseismology of the Balıkesir Fault Zone. *Journal of Seismology*, 23, 389–402.
- Bozkurt, E.** (2001). Neotectonics of Turkey – A synthesis. *Geodinamica Acta*, 14(1–3), 3–30.
- Cornell, C. A.** (1968). Engineering seismic risk analysis. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 58(5), 1583–1606.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., ve Elmacı, H.** (2018). *Türkiye Diri Fay Haritası Serisi (1:250.000)*. MTA, Ankara.
- Ergintav, S., et al.** (2014). GPS-derived motion of the Anatolia Plate. *Geophysical Journal International*, 198(2), 1265–1278.
- Field, E., et al.** (2014). Uniform California Earthquake Rupture Forecast. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 104(3).
- Gürsoy, H., and Yıldırım, C.** (2020). Neotectonics of Northwestern Anatolia. *Quaternary International*, 535, 85–101.
- Hancock, P. L.** (1985). *Brittle microtectonics*. Pergamon Press.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Jackson, J.** (1994). Active tectonics of the Mediterranean region. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 22, 239–288.
- Kanamori, H.** (1977). The energy release in great earthquakes. *Journal of Geophysical Research*, 82, 2981–2987.
- Karabacak, V.** (2016). Geomorphic evidence of active faulting in Balıkesir Province. *Geomorphology*, 257, 45–60.
- Ketin, İ.** (1948). Kuzey Anadolu hareketlerinin tektonik gelişimi. *MTA Dergisi*, 40, 1–26.
- King, G., and Nábělek, J.** (1985). Role of fault bends in the rupture termination. *Science*, 228, 984–987.
- Kijko, A.** (2004). Estimation of the maximum earthquake magnitude. *Engineering Geology*, 72(1–2), 1–16.
- MGM.** (2023). *Meteorolojik Gözlem Raporları*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- MTA.** (2023). *Türkiye Diri Fay Haritası (1:500.000)*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- McKenzie, D.** (1972). Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophysical Journal International*, 30, 109–185.
- McKenzie, D., and Jackson, J.** (1983). Plate tectonics of Turkey and the surrounding region. *Earth and Planetary Science Letters*, 67, 129–142.
- Monroe, S., & Wicander, R.** (2007). *Fiziksel Jeoloji*, JMO, s. 20
- Nur, A., and Bolt, B.** (1972). Fault mechanics. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 62, 771–791.
- Özaksoy, V., Gürbüz, A., and Yılmaz, Y.** (2013). The tectonic evolution of the Edremit Gulf. *Journal of Asian Earth Sciences*, 66, 1–15.
- Özsayar, T.** (2010). Balıkesir yöresinin neotektonik özellikleri. *Yerbilimleri Dergisi*, 31, 55–72.
- Reid, H. F.** (1910). *The elastic rebound theory*. University of California Press.
- Reilinger, R. E., McClusky, S., Vernant, P., et al.** (2006). GPS constraints on continental deformation in the Eastern Mediterranean region. *JGR Solid Earth*, 111(B5).
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., and Kuşçu, İ.** (1992). *Türkiye Diri Fay Haritası*. MTA Yayınları.
- Şengör, A. M. C.** (1980). *Türkiye'nin neotektonik evrimi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Stein, S., and Wysession, M.** (2003). *An Introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth Structure*. Blackwell.
- TÜİK.** (2024). *İl ve İlçe Bazında Nüfus Verileri*. Türkiye İstatistik Kurumu.
- Ulusoy, İ., and Yaltırak, C.** (2015). Active tectonics of the Northern Aegean. *Tectonophysics*, 651, 152–173.
- USGS.** (2024). *Earthquake Catalog*. U.S. Geological Survey.
- Wald, D.** (1996). Slip distribution of large earthquakes. *JGR*, 101, 179–200.
- Wegener, A.** (1912). *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. Vieweg and Sohn.
- Wells, D. L., and Coppersmith, K. J.** (1994). Empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, and surface displacement. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84(4), 974–1002.
- Yaltırak, C.** (2002). The structure of the Sea of Marmara. *Marine Geology*, 190, 493–529.
- Zoback, M. L.** (1992). First-order patterns of stress in the lithosphere. *JGR*, 97, 703–728.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Alparslan GÜNEŞ

Doğum tarihi ve yeri :27.09.1991 / Bursa

e-posta : gunesalparslan.ag@gmail.com

### Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği	2025
Y. Lisans	Bursa Teknik Üniversitesi /İş Sağlığı ve Güvenliği	2020
Lisans	Akdeniz Üniversitesi /Jeoloji Mühendisliği	2018
Lise	Osmangazi Anadolu Lisesi	2009